MARIO BUNGE

SER, SABER, HACER

BIBLIOTECA IBEROAMERICANA DE ENSAYO

PAIDÓS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Cubierta: Sandra Luz Barbosa, sobre un boceto de Mario Eskenazi

1ª. edición 2002

Creative Commons

D.R. © 2002 de todas las ediciones en castellano,
Editorial Paidós Mexicana, S. A.
Rubén Darío 118, col. Moderna, 03510, México, D.F.
Tel.: 5579-5922, fax: 5590-4361
D.R. © Editorial Paidós SAICF
Defensa 599, Buenos Aires
D.R. © Ediciones Paidós Ibérica, 5. A.
Mariano Cubí 92, 08021, Barcelona

Coeditan: Editorial Paidós Mexicana, S. A.,
y Facultad de Filosofía y Letras,
Universidad Nacional Autónoma de México

ISBN: 968-853-484-6
Impreso en México - Printed in Mexico

Mario Bunge nació en Buenos Aires en 1919 y desde 1966 reside en Canadá. Es autor de cerca de 40 libros y más de 450 artículos sobre física teórica, matemáticas aplicadas, fundamentos de la psicología y filosofía de la ciencia, entre otros temas. Ha recibido numerosas distinciones, como el premio Príncipe de Asturias, y es miembro de prestigiosas instituciones académicas, entre ellas la Académie Internationale de Philosophie des Sciences, el Institut International de Philosophie, la American Association for the Advancement of Science y la Royal Society of Canada. De sus libros destacan **La causalidad, La investigación científica, El problema mente-cuerpo** y su magno **Treatise on Basic Philosophy.** Sus obras se han traducido a nueve idiomas. Actualmente es profesor en el Departamento de Filosofía de la McGill Uníversíty, en Montreal.

ÍNDICE

Prólogo: Desafíos filosóficos que la ciencia y la técnica del siglo XX plantean al filósofo

Introducción: Crisis y reconstrucción de la filosofía

Ser, saber, hacer
- Ontología: ser y devenir
- Gnoseología y semántica: saber y significar
- Axiología y ética: valer y hacer

La filosofía práctica como técnica
- Axiología
- Ética
- Praxiología
- Metodología
- Filosofía social
- Conclusión
- Apéndice: Análisis del concepto de magnitud física

Veinticinco siglos de física cuántica: del subjetivismo al realismo
- Cuantificación clásica
- Cuantificación moderna
- Materia extraña
- Ortodoxia y heterodoxia
- Causalidad y atomismo
- Dos paradojas
- Resurrección y muerte de las variables ocultas
- Fenomenismo y realismo
- Conclusión: Interacción entre ciencia y filosofía

Psicología, neurociencia y filosofía
- Un poco de historia
- Ejemplos contemporáneos
- Algunos conceptos filosóficos que intervienen en la psicología

Algunos principios filosóficos inherentes a la investigación psicológica
Algunos problemas filosófico-psicológicos
Controversias filosóficas en psicología
Relevancia de la psicología para la filosofía
Conclusión

Ciencias sociales: problemas y enfoques
Ciencias y técnicas sociales
Ontología social: tres enfoques de lo social
Epistemología social: tres concepciones de los estudios sociales

Ejemplos: tres problemas sociales
Conclusiones

Fuentes
Bibliografía
Algunas obras del autor

PRÓLOGO

DESAFÍOS QUE LA CIENCIA Y LA TÉCNICA DEL SIGLO XX PLANTEAN AL FILÓSOFO

No sabemos ni podemos saber cómo serán la ciencia y la técnica en el nuevo siglo. No podemos saberlo porque la invención radical es tan impredecible como el accidente y porque la espontaneidad no es programable. Sin embargo, si extrapolamos las tendencias recientes podemos prever que la ciencia y la técnica seguirán avanzando. También podemos profetizar que, si se permite que sigan avanzando, producirán descubrimientos e invenciones, tanto teóricos como prácticos, asombrosos e imprevisibles. Parafraseando lo que Pablo de Tarso dijera acerca de su dios: «Ni ojo vio, ni oído oyó, ni el corazón del hombre jamás imaginó las maravillas que la ciencia y la técnica tienen reservadas para quienes las aman.»

¿Qué desafíos plantearán a los filósofos esas novedades por venir? ¿Qué responsabilidades tendrán que asumir? Puesto que no conocemos las futuras novedades, tampoco sabemos qué desafíos plantearán a los filósofos. Por esto me limitaré al presente. Más precisamente, me limitaré a mencionar diez desafíos que, presumiblemente, seguirán en pie durante unos cuantos años.

1. *Defender la investigación básica de los ataques pragmatistas y neoliberales.* Resaltar que el nuevo conocimiento científico, aunque no tenga aplicaciones prácticas inmediatas, enriquece la cultura tanto como la enriquecen el arte y las humanidades. Esta tarea de defensa de la investigación desinteresada contra los filisteos requiere, como mínimo, una clara distinción entre ciencia básica, ciencia aplicada y técnica, así como una evaluación de sus funciones respectivas en la sociedad moderna. Desgraciadamente, el sociologismo-constructivismo-relativismo a la moda niega esa distinción al hablar de «tecnociencia» y afirmar que todo es construcción o convención social. Por lo tanto, lejos de hacer contribuciones positivas a la política científico-técnica, inspira

una política utilitarista que exige que la pretendida «tecnociencia» sólo produzca resultados de utilidad práctica inmediata. Esto es como pedir peras al olmo.

2. *Defender la libertad de la investigación básica contra las restricciones impuestas por dogmas ideológicos.* En particular, defender la biología y la cosmología evolucionistas de los ataques creacionistas, y defender las ciencias sociales básicas de los ataques de quienes sostienen que toda investigación social está necesariamente contaminada por alguna ideología. Hacerles ver que, aunque una investigación haya sido motivada por consideraciones ideológicas, será válida si se ajusta al método científico. En la ciencia, como en el arte, el resultado importa más que la motivación.

3. Criticar las seudociencias y las seudotécnicas, tales como el psicoanálisis, la parapsicología, la homeopatía y la microeconomía neoclásica, no sólo porque afirman falsedades, sino también porque estafan a sus consumidores. Esta tarea exige, como mínimo, que se caracterice a la ciencia como una trinidad compuesta por la investigación, el saber y una comunidad de investigadores que inician o continúan una tradición de búsqueda desinteresada de la verdad en la cual se entrelaza la rivalidad con la cooperación.

4. Criticar el posmodernismo por renunciar a los valores de la ilustración, empezando por la racionalidad, el escepticismo moderado (metodológico), la objetividad, la búsqueda de la verdad y la propiedad común del conocimiento básico (a diferencia del técnico). Es preciso denunciar el posmodernismo como una estafa cultural que, de triunfar, nos retrotraería un milenio. En los recintos académicos no hay que tolerar a los enemigos de la razón y la objetividad, tales como el irracionalismo, el relativismo, la filosofía confesional y la llamada «filosofía feminista», que desacredita al feminismo auténtico, movimiento de emancipación que necesita de las ciencias para triunfar.

5. Poner al día la filosofía de la ciencia y de la técnica; aprender de éstas al punto de poder participar constructivamente en los debates filosóficos que se dan actualmente en las comunidades científicas y técnicas. Ejemplos de estos debates: averiguar si la teoría cuántica refuta al realismo; si las bioespecies y los linajes biológicos son individuos o conjuntos; si la selección natural consiste en la variación

de las frecuencias génicas o en la eliminación de los menos aptos o afortunados; si la psicología está siendo absorbida por la neurociencia, o más bien fusionada con ella; si existe la sociedad o no es más que el plural de «individuo»; si se justifica el empleo de la energía nuclear en regiones carentes de fuentes energéticas tradicionales; si la investigación técnica, a diferencia de la básica, debería ser sometida al control democrático.

6. Retomar los ambiciosos proyectos de construir una metafísica científica formulados por el norteamericano Charles S. Peirce en 1891 y el argentino José Ingenieros en 1910, cuando la metafísica tradicional estaba desacreditada precisamente porque se la veía como la antítesis de la ciencia.

7. Engordar a la filosofía exacta, hoy esquelética, alimentándola con problemas interesantes y arduos, tales como formular una definición correcta del azar; analizar la imbricación mutua de azar y causalidad; estudiar la conveniencia de considerar el vacío como una especie de materia; proponer caracterizaciones exactas del concepto de mente (o función mental); investigar la ontología de lo social como nivel caracterizado por propiedades suprabiológicas, y formular una teoría adecuada de la verdad factual como adecuación de una proposición a su referente.

8. *Propiciar el acercamiento mutuo de las ciencias:* señalar que, si dos disciplinas tienen referentes comunes, entonces cabe unirlas, ya sea en una multidisciplina (suma lógica) o en una interdisciplina (producto lógico). Por ejemplo, mostrar que la mera existencia de ciencias biosociales, tales como la demografía, la antropología y la psicología, falsea la dicotomía kantiana entre ciencias naturales y ciencias culturales. Otro ejemplo: resaltar la necesidad de estudiar problemas interdisciplinarios, tales como la relación entre salud y clase social, y la distribución de ingresos.

9. *Desarrollar la filosofía práctica* a la luz de las ciencias sociales y con ayuda de métodos formales, para precisar sus conceptos y acercarla a la vida. Por ejemplo, examinar los problemas morales que plantean las políticas macroeconómicas; relacionar entre sí la praxiología con la ética, y ésta con la axiología, y elaborar principios éticos que, en lugar

de ser aplicables solamente a ángeles, respondan a las necesidades y aspiraciones de gente de carne y hueso.

10. *Propiciar el enfoque científico de los problemas sociales más acuciantes*, a menudo descuidados por los especialistas o abordados de manera unilateral, como ocurre con los problemas del subdesarrollo, el machismo y la violencia. Es decir, fomentar el cultivo de las sociotécnicas y de sus combinaciones, como una alternativa racional y eficiente a la improvisación y la demagogia.

INTRODUCCIÓN

CRISIS Y RECONSTRUCCIÓN DE LA FILOSOFÍA

Se dice, y con razón, que la filosofía está en crisis. No queda escuela filosófica en pie, escasean las nuevas ideas filosóficas profundas y aún más los sistemas de ideas filosóficas. Las filosofías que se enseñan en las universidades están escolastizadas y han dejado de inspirar a las ciencias. Mientras tanto, las ciencias y las técnicas siguen avanzando vertiginosamente.

Todo está cambiando, menos la filosofía. Los tomistas siguen comentando a Tomás y al Estagirita. Los marxistas siguen discutiendo los textos de sus clásicos. De los positivistas lógicos no queda sino el recuerdo. Doctrinas que fueron innovadoras son hoy conservadoras.

Los analíticos han atomizado la filosofía y la han tornado superficial, incluso frívola, al eludir los grandes problemas de la filosofía tradicional e ignorar los nuevos problemas suscitados por la ciencia, la técnica y la sociedad. Este es el legado de Wittgenstein.

Los antianalíticos han hecho algo mucho peor: han reemplazado la investigación filosófica por una retórica dogmática, tan opaca que resulta casi ilegible. De paso han mutilado el idioma alemán y las lenguas a las que se ha «traducido» a los antianalíticos germanos. Este es el legado de Husserl y Heidegger.

La crisis de la filosofía es tan grave que ha llegado a hablarse de su muerte. Hay incluso toda una industria de la muerte de la filosofía. Esta empresa me parece tonta y deshonesta, pues no se puede prescindir de la filosofía: sólo se puede prescindir de la mala filosofía. Y nadie tiene derecho a cobrar un salario por proclamar la muerte de su propia disciplina. De modo que si la filosofía está en ruinas, hay que poner cerebros a la obra y reconstruirla.

Esto es, precisamente, lo que he intentado al escribir los ocho tomos de mi *Treatise on Basic Philosophy* (1974-1989). Mis otros libros han confluido a ese tratado o se han originado en él. Para una exposición completa de mi tratado son necesarios entre seis y ocho cuatrimestres académicos. En el reducido espacio de esta obra no podré sino invitar a los lectores a que me acompañen en una gira turística, brevísima, algo desordenada, y seguramente irritante para muchos.

SER, SABER, HACER

ONTOLOGÍA: SER Y DEVENIR

La ontología o metafísica es el núcleo de la filosofía, ya que se ocupa nada menos que del mundo: de las cosas y sus cambios. Lamentablemente, la metafísica tradicional es a la vez especulativa y poco clara, es decir, no es científica ni precisa, al grado de que según los positivistas, la expresión «metafísica científica» es contradictoria. Sin embargo, es posible construir una ontología o metafísica clara, compatible con la ciencia, e incluso de utilidad para ésta. Se propusieron esta tarea, cada cual a su manera, Bernard Bolzano, Charles Sanders Peirce y José Ingenieros. Para llevarla a cabo basta con purgar la metafísica de sus residuos teológicos, poner al descubierto las raíces metafísicas de la ciencia, matematizar los conceptos metafísicos clave, y enunciar y sistematizar algunos principios generales referentes al mundo real y compatibles con la ciencia del momento. Veamos algunos ejemplos centrales.

Objetos y propiedades

En física aprendemos que la carga eléctrica total de un sistema compuesto de dos cuerpos es igual a la suma de las cargas parciales. O sea, *Q(a *b) = Q(a) + Q(b),* donde *«a *b»* denota la suma física, yuxtaposición o concatenación de los cuerpos nombrados *«a»* y *«b»*. La noción de concatenación es filosófica, y en particular ontológica, por ser común a todas las ciencias de hechos, desde la física hasta la lingüística. Esta noción intuitiva puede mate matizarse como sigue. Considérese el sistema relacional *ά S, *ñ* compuesto por un conjunto *S* arbitrario y una operación binaria * en *S* que satisface una sola condición: la de ser asociativa en *S*. Es decir, si los individuos *a*, *b* y *c* pertenecen a *S*, entonces *a * (b * c) = (a * b) * c.* Tal conjunto estructurado, llamado *semigrupo*, es un objeto algebraico muy simple y básico. Nos permite exactificar las nociones de suma física y de parte de una cosa. En efecto, diremos que el objeto *a* es parte del objeto *b* si la concatenación de *a*

con *b* es igual a *b*. En símbolos: $a < b =_{df} a * b = b$, donde «$=_{df}$» se lee «igual por definición».

El conjunto *S* nos permite introducir las nociones de propiedad y de objeto. Una propiedad, tal como la de ser pesado, se representa mediante un atributo o predicado. Las propiedades se poseen realmente; los atributos se atribuyen verdadera o falsamente. A su vez, un predicado (unario) puede concebirse como una función *P* que aparea cada elemento *x* de *S* con una proposición que dice algo acerca de *x*, o sea, *P: S* → Proposiciones que contienen a *P* y son de la forma *Px*, donde el individuo *x* pertenece al conjunto *S*. La generalización a relaciones (propiedades n-arias) es obvia. Por ejemplo, la relación (o propiedad binaria) de escribir se formaliza así: *E: A ´ T ® P*, donde *A* es el conjunto de autores, *T* el de textos, y *P* el de proposiciones de la forma *Eat*, donde *a* está en *A* y *t* en *T*. En general, el dominio de una propiedad n-aria es de la forma A × B × ... N, donde × designa el producto cartesiano de n conjuntos.

Un *objeto* puede definirse como un individuo junto con sus propiedades. Es decir, *c = áx, Pñ*, donde *x* es un elemento de *S* y *P* es el conjunto de las propiedades conocidas de *x*. El principio subyacente es:

> *A1* Toda propiedad lo es de algún objeto, y no hay objetos sin propiedades.

La definición de «objeto» que acabo de dar es abstracta; más adelante la especificaremos para elucidar la noción de cosa concreta. Pero antes debemos recordar la distinción capital entre propiedades intrínsecas, tales como el número de componentes de una cosa, y propiedades relacionales, tales como la velocidad (cuyo valor depende del sistema de referencia). La mera existencia de cosas con propiedades intrínsecas conocidas aunque imperceptibles, tales como el número atómico, la carga eléctrica y la entropía, falsea la tesis kantiana y positivista de que no podemos conocer las cosas en sí, con sus propiedades intrínsecas: que sólo podemos conocer las propiedades relacionales y en particular las secundarias, es decir, las dependientes del sujeto (o explorador, como prefiero llamarlo). Una mera referencia a la física elemental basta, pues, para derribar una metafísica influyente como el fenomenismo, centrada en el sujeto o conocedor. Esta es una de las ventajas de la filosofía científica: que nos permite desembarazarnos de golpe de una

pesada carga tradicional que ha obstaculizado el avance del conocimiento.

Existencia y cambio

A partir de Russell, los filósofos contemporáneos han sostenido que el cuantificador existencial ∃, definido en el cálculo de predicados, formaliza el concepto de existencia (si se toma el cuantificador universal ∀ como primitivo, se puede estipular que, para todo predicado F, $\exists xFx =_{df} \neg\forall x \neg Fx$). Esto es verdad en matemáticas pero no en ontología ni en las ciencias de hechos. En estas disciplinas, la existencia es una propiedad, y nada menos que la más importante de todas. Además, la existencia puede ser ideal o material. El cuantificador existencial no nos dice de qué manera existe un objeto: si conceptual o concretamente; es ontológicamente ambiguo.

El hueco ontológico que deja la lógica puede llenarse con exactitud como sigue. Sea *U* un universo del discurso cualquiera. Llamemos χ_U a la función característica de *U* [χ_U (x) = 1 si $x \in U$, y 0 si $x \notin U$]. Estipulamos que «$\chi_U(x) = 1$» es lo mismo que «$E_U x$», donde esta última expresión se interpreta «*x* existe en *U*». En otras palabras, el predicado de existencia (contextual) es la función E_U: *U* ® *P*, donde *P* designa el conjunto de todas las proposiciones existenciales, tales que, si $x \in U$, $E_U(x) = [\chi_U(x) = 1]$. Si el universo *U* se reduce a un conjunto *C* de objetos ideales, E_C designa el concepto de existencia ideal (o formal). En cambio, si *U* es una colección *M* de objetos materiales, E_M designa el concepto de existencia material o real. De esta manera se pueden formalizar enunciados como el siguiente, el que estaría mal formado si se confundiese «existe» con «algunos». «Algunos objetos existen realmente» se formaliza así: $\exists x\, E_M x$.

Acabo de introducir de contrabando el concepto de materialidad. Es hora de definirlo. Empecemos por observar que los objetos ideales (o conceptuales) son inmutables. Por ejemplo, el número 1 no se transforma en el número 2; lo que puede ocurrir es que una célula se divida en dos. En cambio, los objetos materiales son mudables; ni siquiera los más duraderos son inmutables (todo esto lo sabía Platón).

Postulemos, pues, que la propiedad universal de los objetos materiales es su mutabilidad. Es decir,

A2 Para todo *x*: (*x* es material $=_{df}$ *x* es cambiable)

En otras palabras, *ser es devenir*.

Ahora bien, todo lo que cambia o puede cambiar posee energía (o sea, los conceptos de mutabilidad y energía son coextensos, aunque no cointensos). Cada rama de la física caracteriza por lo menos un concepto de energía: cinética o potencial, térmica o elástica, nuclear o electromagnética, etc. Pero el concepto general de energía es ontológico, no físico, de modo que cuando los físicos enuncian el concepto general de conservación de la energía, hacen metafísica sin saberlo.

En definitiva,

A3 Para todo *x*: (*x* es material $=_{df}$ *x* posee energía)

Y ahora viene el postulado materialista:

A4 Todo cuanto existe realmente es material.

Es decir,

Para todo *x*: (*x* es real $=_{df}$ *x* es material)

En otras palabras, el mundo real es material. Este principio no niega la existencia de ideas; sólo niega su existencia autónoma, es decir, independiente de los sujetos pensantes, que son cosas materiales (aunque dotadas de propiedades tanto suprafísicas como físicas).

Las propiedades de las cosas concretas son muy diferentes de las propiedades de las ideas tomadas en sí mismas, es decir, independientemente de los ideantes y sus circunstancias. Las propiedades de las cosas concretas pueden agruparse de varias maneras según sean básicas o derivadas, esenciales o accidentales, simples o compuestas, primarias (objetivas) o secundarias (dependientes del conocedor), de composición y de cambio, etc. Todas estas distinciones

son clásicas. El aporte original de mi *Treatise on Basic Philosophy* a estas distinciones consiste en la exactificación de los conceptos correspondientes y en algunas tesis. Entre éstas figuran las siguientes: ***a)*** hay leyes objetivas, es decir, pautas a las que se ajustan las cosas, independientemente de nuestra actividad cognoscitiva; ***b)*** las leyes objetivas de las cosas son propiedades esenciales de ellas; ***c)*** el principio de Lucrecio: nada sale de la nada y nada se convierte en nada, y ***d)*** el principio de legalidad: todo cuanto acontece satisface por lo menos una ley (o sea, no hay milagros).

Sistema y emergencia

Un objeto complejo cuyas partes o componentes están ligados entre sí se llama «sistema». Hay sistemas de tres tipos: materiales, conceptuales y semióticos. Los sistemas materiales están compuestos exclusivamente por cosas materiales; ejemplos: átomos, células, empresas. Los sistemas conceptuales están compuestos exclusivamente por conceptos; ejemplos: proposiciones, clasificaciones, teorías. Los sistemas semióticos están compuestos por signos, que son cosas materiales artificiales y que, por convención, denotan, ya otras cosas, ya conceptos; ejemplos: señales de caminos, lenguas, textos, diagramas.

Todo sistema puede caracterizarse por su composición, entorno, estructura (conjunto de relaciones entre sus componentes, y entre éstos y su entorno) y mecanismo, o proceso que hace que el sistema funcione como tal. Por ejemplo, los componentes de una escuela son sus alumnos, maestros, administradores y empleados. El entorno inmediato de la escuela es el barrio o distrito donde se ubica; la estructura de la escuela está constituida por las relaciones de aprender, administrar, limpiar, etc., y el mecanismo típico de la escuela es el proceso de aprendizaje.

El modelo más simple de un sistema de cualquier tipo es esta cuaterna:

$$M = \langle \text{composición, entorno, estructura, mecanismo} \rangle$$

Una característica de todo sistema es que posee propiedades de las que carecen sus componentes. Ejemplos: la energía de disociación de una molécula, la vida de una célula, la división del trabajo en una empresa,

el valor de verdad de una proposición (cuyos conceptos componentes no son verdaderos ni falsos). Estas propiedades sistémicas se llaman *emergentes.* El proceso al cabo del cual emerge una propiedad nueva se llama «emergencia». Su dual, el que se caracteriza por la pérdida de una propiedad, se llama «sumersión».

La diversidad cualitativa del mundo es enorme. Sin embargo, las cosas pueden agruparse en media docena de categorías o niveles: *1) físico,* 2) *químico* (reactores químicos), 3) *biológico* (organismos), 4) *social* (sistemas sociales), 5) *técnico* (artefactos), 6) *semiótico* (sistemas de signos). Ahora estamos en condiciones de enunciar cuatro nuevos principios característicos del materialismo sistémico, dinamicista y emergentista:

> *A5* Todos los objetos, sean materiales, conceptuales o semióticos, son sistemas o componentes (actuales o potenciales) de sistemas.
> *A6* Todos los sistemas poseen propiedades emergentes.
> *A7* Todos los sistemas se forman por agregación o combinación de objetos más simples.
> *A7* Todas las cosas de cada nivel están compuestas por cosas pertenecientes a niveles inferiores

Espacio y tiempo

Si desaparecieran todas las cosas, ¿subsistiría el espacio? Según el sentido común y la teoría absolutista del espacio, sí. Según la teoría relacional del espacio, no. Según ésta, el espacio es la estructura básica de la colección de las cosas: es un conjunto de relaciones y, como tal, no existe sin los objetos relacionados, que son las cosas. Para que haya espacio, el mundo debe contener por lo menos dos cosas.

Si cesara todo cambio, ¿subsistiría el tiempo? Según el sentido común y la teoría absolutista del tiempo, sí. Según la teoría relacional del tiempo, no. Según ésta, el tiempo es la estructura básica de la colección de acontecimientos. Para que haya tiempo, debe haber cosas capaces de cambiar, es decir, entidades materiales.

¿Cómo elegir entre las dos teorías rivales, la absolutista y la relacional? El filósofo cientificista se remite a la ciencia de su tiempo y en particular a la física relativista, por ser la que ha modificado más profundamente los conceptos de espacio y tiempo. La teoría especial de la relatividad enseña que el espacio y el tiempo, aunque distinguibles, son inseparables: nos habla del espaciotiempo (por ejemplo, la distancia espaciotemporal entre dos cosas es la misma relativamente a todos los sistemas de referencia). Y la teoría general de la relatividad enseña que la estructura del espaciotiempo está determinada por la distribución de la materia, esto es, los cuerpos, corpúsculos y campos no gravitatorios (la ecuación básica es «$G = kT$», donde G es el tensor métrico, que describe la estructura del espaciotiempo, y T es el tensor materia, que describe la distribución de la materia; donde no hay materia, $T = 0$, y por lo tanto $G = 0$, ecuación que describe un espaciotiempo puramente matemático, es decir, ficticio). Estos resultados confirman el axioma *A2*, según el cual todo lo real es cambiante, y son compatibles con la teoría relacional del espaciotiempo. Esta compatibilidad de nuestra ontología con la teoría de la gravitación sugiere que es científica antes que especulativa.

Vida y mente

La filosofía pura no puede lidiar con el problema «¿Qué es la vida?». Este pertenece a la intersección de la filosofía con la biología. Se le han dado básicamente tres respuestas: una vitalista, una mecanicista y una organicista (o biosistemista). El vitalismo es un caso especial del idealismo, ya que sostiene que lo que caracteriza a la vida es una entidad inmaterial (entelequia, *élan vital*, fuerza constructiva, etc.). Ningún biólogo contemporáneo, por religioso que sea, se atreve a adoptar el vitalismo, ya que éste no es comprobable científicamente ni es compatible con la biología molecular ni con la evolución. El mecanicismo sostiene que los seres vivos no son sino entidades físicas complicadas: niega que haya una línea divisoria neta entre lo vivo y lo no vivo. Pero esto no explica por qué la biología posee conceptos peculiares, tales como los de descendencia, aptitud darwiniana, mutación y selección natural.

El biosistemismo empieza por admitir la peculiaridad de lo viviente. Los seres vivos son sistemas fisicoquímicos, pero la recíproca es falsa:

la mayoría de los sistemas fisicoquímicos no son vivientes. En otras palabras, la vida es una propiedad emergente de sistemas materiales. Se sabe que las primeras células emergieron en nuestro planeta hace unos 3.000 millones de años, y se supone que se formaron al cabo de un largo y lento proceso gradual de autoensamble o autoorganización. También se sabe que todas las células, de todas las especies, tienen rasgos básicos comunes, como corresponde a cosas con un origen común: están envueltas por una membrana semipermeable compuesta por lípidos; están compuestas por proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, agua, etc.; metabolizan, y casi todas pueden dividirse. Además, todas las bioespecies tienen miembros que pueden reproducirse.

Los individuos adultos de algunas especies poseen un subsistema, el sistema nervioso central, capaz de sufrir procesos muy especiales: los mentales. Acabo de contrabandear una hipótesis filosófica, a saber, que lo mental es cerebral. Esta es la respuesta materialista al antiguo problema mente-cuerpo. Sus rivales son la tesis idealista («Todo cuanto existe es ideal o espiritual») y la tesis dualista («Lo mental, anímico o espiritual es diferente de lo corpóreo»). Las tesis idealista y dualista forman parte de la religión, del idealismo filosófico y de negocios tales como el psicoanálisis y la llamada *New Age.* No son tesis científicas, pues, por hipótesis, el alma o mente, por ser inmaterial, es inaccesible a los instrumentos de observación y medición. En cambio, la tesis materialista es la que impele las investigaciones en psicobiología o neurociencia cognoscitiva, que todos los días está arrojando nuevos resultados sensacionales, en tanto que sus rivales permanecen estancados.

Individuo y sociedad

No hay individuos aislados. Incluso el ermitaño depende de sus devotos para su subsistencia. Cada uno de nosotros pertenece a varios sistemas sociales: familia, círculo de amigos, red de conocidos, empresa, club, escuela, iglesia, partido, etc. Los individuos se juntan en sistemas sociales para lograr fines inalcanzables en soledad: compañía, ayuda, aprendizaje, intercambio de cosas e ideas, fabricación de mercancías, poder político, etcétera.

Los sistemas sociales poseen propiedades que no tienen los individuos que los constituyen; ejemplos: cohesión (o conflicto), estabilidad (o

inestabilidad), división del trabajo, competitividad e historia del sistema (a diferencia de las biografías de sus integrantes). Los individualistas niegan estas propiedades sistémicas o emergentes. Por lo tanto, no pueden explicar por qué la gente monta y desmonta sistemas sociales; tampoco explican la existencia y deseabilidad de valores impersonales o sociales, tales como solidaridad, justicia, participación popular en asuntos de interés público, democracia y paz.

Aunque lo que acabo de decir es una perogrullada, las dos principales filosofías de lo social lo niegan: el individualismo y el holismo o globalismo. Los individualistas exageran la actividad del individuo y minimizan las interacciones sociales. Ven los árboles pero se les escapa el bosque. En cambio, los holistas tratan a la sociedad como una totalidad dentro de la cual el individuo no es sino un átomo insignificante. Ven el bosque pero no distinguen los árboles.

Los sistemistas ven tanto el bosque como los árboles. Explican el estado del bosque por el de los árboles y sus interacciones, y, a su vez, explican el estado de los árboles por el lugar que ocupan en el bosque. Por ejemplo, a una familia le va bien si cada uno de sus miembros le aporta algo: si, superando su egoísmo natural, resuelven los conflictos entre ellos porque les interesa mantener unida la familia. Otro ejemplo: una empresa prospera porque está constituida por individuos competentes y trabajadores, y a su vez la prosperidad de la empresa contribuye a la satisfacción en el trabajo. (Naturalmente, tanto la familia como la empresa dependen de sus entornos: ambas sufren, o incluso se desintegran, si se produce una grave crisis económica o política.) Cuando algo anda mal en la familia o en la empresa, hay que corregir la conducta de un individuo, modificar el entorno, cambiar la organización o ajustar los mecanismos que hacen que el sistema funcione ineficientemente. O sea, tanto el funcionamiento como la disfunción de un sistema dependen de cuatro aspectos: composición, entorno, estructura y mecanismo. El sistemista tendrá más éxito que el individualista o el holista en la tarea de corregir deficiencias o errores, simplemente porque no se le escapará ninguno de los cuatro aspectos.

Sinopsis

El mundo real es material y cambiante. Está compuesto por cosas concretas que se agrupan en sistemas de varias clases: físicos,

orgánicos, sociales, etc. Todo sistema emerge o se degrada en el curso de un proceso.

Esta ontología o visión del mundo tiene, pues, las características siguientes: es materialista, dinamicista, emergentista, sistemista, cientificista y exacta. Esta ontología se opone, pues, a las metafísicas más populares, que son inexactas, acientíficas o incluso anticientíficas, holistas o individualistas, e idealistas o dualistas. En cambio, esta nueva ontología es compatible con la ciencia y con la técnica, a las que favorece y de cuyos avances puede enriquecerse. Esto nos lleva al problema del conocimiento.

GNOSEOLOGÍA Y SEMÁNTICA: SABER Y SIGNIFICAR

La semántica es la teoría del significado, la verdad y conceptos afines. La gnoseología, o teoría del conocimiento, se ocupa del conocimiento hecho, así como del acto de conocer o del proceso de averiguar o investigar. Ambas ramas de la filosofía están estrechamente relacionadas entre sí, porque todo trozo de conocimiento se formula como una proposición, la cual a su vez se puede enunciar en alguna de las numerosas lenguas naturales y artificiales.

Tomemos como ejemplo la proposición «El índice de Gini de la mayoría de los países latinoamericanos es el doble que el de los países altamente industrializados». Esta proposición se puede traducir a centenares de lenguas, y significa que la desigualdad de ingresos en América Latina es el doble que la del primer mundo. Lamentablemente, ésta no es una pieza ideológica, sino el resultado de cuidadosas investigaciones estadísticas: es un trozo de saber científico.

Espiemos lo que se cocina en la semántica y la gnoseología con pretensiones científicas.

Oración y proposición

Una proposición, tal como la afirmación o negación de que hay gente en determinado salón, puede expresarse en cualquiera de las 6.000 lenguas

que se hablan en esta época. A cada proposición le corresponde por lo menos una oración. Pero la recíproca no es verdadera. Por ejemplo, la oración de Heidegger «El tiempo es la maduración de la temporalidad» es una oración pero, puesto que carece de significado, no expresa una proposición. No tiene sentido y, por lo tanto, no es verdadera ni falsa. Vale tanto como valdría «El espacio es la putrefacción de la espacialidad». Es propia de un escribidor, no de un pensador serio.

Las oraciones, lo mismo que las preguntas, órdenes e interjecciones, son entidades materiales: son señales o signos. En cambio las proposiciones, como los conceptos, son objetos ideales o abstractos. Si se parte de las oraciones se puede definir la clase de equivalencia de todas las oraciones que expresan la misma proposición. Si en cambio se parte de las proposiciones, se puede definir una oración como la expresión lingüística que designa la proposición correspondiente.

Las proposiciones más simples son las compuestas por un sujeto y un predicado o atributo, tal como «El bebé juega», o *Jb*. A su vez, el predicado *J* puede concebirse como una función que aplica el conjunto *A* de animales (más precisamente, vertebrados superiores) al conjunto de las proposiciones de la forma «*x* juega», donde *x* es un miembro arbitrario de *A*. Es decir, $J: A \to P$, donde *P* es el conjunto de proposiciones que acabo de describir.

Por poco que se analice la proposición anterior se comprueba que es más compleja. En efecto, quien juega lo hace con algo, por ejemplo, una pelota. Expresada en símbolos lógicos se lee *Jbp*, donde *J* es ahora un predicado binario o relación diádica. Esta nueva *J* es una función de la forma $J: A \times B \to P$, donde B es el conjunto de los juguetes y $\times$ designa el producto cartesiano, es decir, el conjunto de todos los pares ordenados $\langle a, b \rangle$, donde $a \in A$ y $b \in B$. En general, un predicado n-ádico es de la forma $Q: A \times B \times ... \times N \to P$.

Significado y verdad

Todo predicado tiene algún sentido (contenido o connotación) y se refiere a algo (denotación). Por ejemplo, el sentido del predicado «cruel» es «que se deleita en dañar a un ser viviente» y los referentes de este predicado somos los seres humanos. En cambio, el sentido del

predicado «tía» es «hermana de padre o madre» y su clase de referencia es la clase de todos los animales que se reproducen sexualmente.

Defino el significado de un predicado P como su sentido junto con su clase de referencia. Es decir, *Sig P = áS(P), R(P)ñ*. Para hallar el sentido de un predicado hay que averiguar cómo se define o, en caso de no ser definido, cómo está relacionado con los predicados que lo determinan. En cambio, para saber a qué se refiere un predicado hay que analizar el dominio de la función. Por ejemplo, el predicado binario «jugar con» se refiere tanto a vertebrados superiores como a juguetes. O sea, la clase de referencia del predicado $J: A \times B \to P$ es $R(J) = A \cup B$, o sea, la suma lógica de *A* y *B*. En general, la clase de referencia del predicado n-ario $Q: A \times B \times ... \times N \to P$ es $R(Q) = A \cup B \cup ... \cup N$.

Las proposiciones heredan las propiedades semánticas de los predicados que figuran en ellas. Por ejemplo, el sentido del teorema de Pitágoras es el conjunto de las proposiciones que lo demuestran y de las que se siguen lógicamente de él, y su clase de referencia es el conjunto de los triángulos planos rectángulos.

¿Para qué sirve la teoría semántica que acabo de bosquejar? Para resolver numerosos problemas científico-filosóficos. Por ejemplo, analizando los conceptos clásico y relativista de masa se ve que ambos se refieren a cuerpos y partículas, aunque el relativista es más amplio, ya que también se refiere al conjunto de los referenciales. Esto basta para refutar la popular tesis de Kuhn y Feyerabend según la cual las físicas clásica y relativista son «inconmensurables» (incomparables) entre sí. Este resultado es importante porque refuta la tesis irracionalista de que, puesto que las teorías rivales son incomparables entre sí, el cambio de teorías es tan infundado como la conversión religiosa.

La tesis sociologista, de que toda fórmula científica tiene un contenido social o incluso es un arma de poder político, se refuta de manera parecida. Mi teoría semántica confirma la idea tradicional de que solamente las ciencias sociales se refieren a hechos sociales. En cambio, la matemática se refiere a objetos matemáticos, las ciencias naturales a cosas naturales, las técnicas a objetos artificiales, etc. El concepto de poder político sólo tiene sentido en contextos sociales.

No es de extrañar que mi semántica sirva para resolver problemas filosófico-científicos, ya que se originó en mi tentativa de resolver la controversia sobre los referentes de la mecánica cuántica. Resulta que, contrariamente a la tesis subjetivista (o de Copenhague), esa teoría no se refiere a observaciones sino a cosas físicas tales como electrones y fotones. En otras palabras, confirma el realismo científico. También es falso que la evolución biológica y otros procesos biológicos, tales como las enfermedades, sean construcciones sociales a la par con las corporaciones y las universidades. En definitiva, la filosofía y la sociología de la ciencia sociologistas-constructivistas-relativistas, tan de moda, son demostrablemente falsas.

Finalmente, demos un vistazo a la verdad o, mejor dicho, a los conceptos de verdad. Distingo los siguientes:

· *Lógica*: tautología (tal como «No-(*p* & no-*p*)» o tautonimia (tal como «Libre = no constreñido»).
· *Matemática*: postulada o deducible en una teoría.
• Fáctica: adecuación a los hechos referidos (tal como «Hay pobres»).
• *Moral*: adecuación a las normas morales adoptadas (tal como «La pobreza degrada»).
· *Artística*: atribuida en una obra de arte (tal como «Don Quijote es un loco lindo»).

En todos estos casos, el predicado «es verdadero» se atribuye a una proposición (igualar la verdad a la cosa, como hacen Heidegger y otros hombres primitivos, es un error elemental). Dado que los predicados son funciones, resulta que la atribución de valor de verdad es una función de la forma *V: Q ® {0, 1}* o, en general, *V: Q ® [0, 1]*, donde *[0,1]* es el intervalo unitario de números reales. Esta función *V* puede componerse con la función P de predicación, formándose así el diagrama conmutativo *P°V:* W ® *[0, 1]*, que manda del universo del discurso a los valores de verdad (éste es el análisis de Frege, diferente del mío).

Pasemos ahora de la semántica a su segunda hermana, la gnoseología o teoría del conocimiento (la primera hermana es la lógica).

Explorar y explicar

Exploramos cosas e ideas para describirlas, explicarlas o usarlas. La gnoseología es el estudio de las maneras de explorar. También se la llama «teoría del conocimiento», pero por ahora no es una teoría sino más bien un montón de opiniones más o menos fundadas, es decir, más o menos acordes con la práctica del conocer vulgar, científico, técnico, o humanístico.

Lo primero que hay que averiguar es qué clase de entidad puede conocer. La psicología, la etología y la neurociencia responden que los cerebros de animales bastante evolucionados pueden conocer: seguramente los mamíferos y aves, quizá también otros.

Una vez admitido que lo que conoce es el cerebro de algún tipo, y no el alma o espíritu inmaterial, cabe preguntar en qué consiste conocer. Una respuesta simple es que conocer es aprender o haber aprendido y recordado algo. A su vez, aprender es, en términos neuronales, reforzar las conexiones entre las neuronas que constituyen sistemas neuronales en la corteza cerebral. Y desaprender, u olvidar, consiste en el debilitamiento de dichas conexiones, por ejemplo, por desuso. Esta tesis del uso y desuso fue formulada hace más de un siglo por Tanzi y Lugaro, recogida por Ramón y Cajal, redescubierta y refinada por Donald Hebb, y confirmada experimentalmente en el curso del último medio siglo.

En resolución, sé lo que he aprendido menos lo que he olvidado. Y lo que he aprendido no es más ni menos que una colección de reconfiguraciones neuronales. Las reconfiguraciones neuronales pueden ser espontáneas o provocadas por estímulos exteriores. Aprendemos pensando por nuestra cuenta, así como percibiendo y actuando.

Aprendemos sobre todo cuando intentamos resolver problemas que nos interesan (no en vano la corteza cerebral interactúa con el llamado sistema límbico, el órgano de las emociones, y con el sistema endocrino).

Curiosamente, la noción misma de problema ha sido descuidada por casi todos los filósofos, psicólogos y expertos en computación. Aunque he propuesto un esbozo de lógica y semántica de los problemas, aquí me

limitaré a examinar un problema agudo de las ciencias sociales. Ninguno de los teóricos de las ciencias sociales, ni los intuicionistas o interpretivistas como Clifford Geertz, ni los miembros de la escuela de la elección racional, se ha percatado del tipo de problemas que ellos mismos han abordado ni de su magnitud. Sostengo que han atacado mayormente problemas mal planteados. Veamos por qué.

El estudioso de lo social puede observar la conducta de individuos o sistemas sociales en determinadas circunstancias. No tiene acceso directo a las motivaciones de los individuos ni a los mecanismos de los sistemas. Por consiguiente, tiene que adivinar las motivaciones o los mecanismos: tiene que hacer hipótesis. Los interpretivistas llaman «interpretaciones» a dichas hipótesis, porque sostienen que la materia social es un texto o parecida a un texto; por esto se llaman a sí mismos «hermenéuticos». Y los teóricos de la elección racional suponen que la motivación es igual para todos en todas las circunstancias, a saber, maximizar las utilidades esperadas, independientemente de compromisos y escrúpulos.

Ni unos ni otros se proponen averiguar cómo son las cosas: los secuaces de ambas escuelas proceden a priori. Las diferencias son que, mientras los interpretivistas o hermenéuticos proceden caso por caso y no imputan racionalidad al agente, los teóricos de la elección racional tratan todos los casos por igual, al imputar al agente «racionalidad» instrumental o económica, o sea, egoísmo. Ambos son, pues, aprioristas y, por lo tanto, no son científicos.

El científico social que se propone averiguar cómo son las cosas en realidad empieza por advertir que hay dos tipos básicos de problemas: directos e inversos. Por ejemplo, calcular la suma de tres dígitos es un problema directo que tiene una única solución; en cambio, descomponer un número entero mayor que 2 es un problema inverso con más de una solución. Casi todos los algoritmos o reglas mecánicas sirven para resolver problemas directos. En los estudios sociales, los problemas directos e inversos más sencillos y bien planteados tienen estas formas:

> *Directo* Dada una situación, encontrar la conducta: $C = MS$.
> *Inverso* Dada una conducta, encontrar la situación: $S = M^{-1}C$
> donde C = conducta, S = situación o circunstancia, M = mo-

tivación o mecanismo (imagínense *C* y *S* como matrices columnas y *M* como matriz cuadrada)

Ahora bien, un problema puede estar bien o mal planteado. Un problema mal planteado tiene un número insuficiente de datos (por ejemplo, más variables que ecuaciones). En el caso de los estudios sociales abundan los problemas mal planteados, tales como:

Dada *C*, encontrar *M* y *S*, y
Dada *S*, encontrar *M* y *C*

Por ejemplo, un historiador dispone de documentos acerca del resultado de una campaña política o económica, pero no sabe a ciencia cierta qué la causó. Tiene que adivinar tanto la situación inicial como los mecanismos (políticos, económicos y culturales), o bien puede conocer a grandes rasgos las circunstancias iniciales, pero aun no disponer de datos sobre los resultados del proceso porque algunos de ellos aún no han aparecido (como el Tratado de Versalles en 1930 y la «reingeniería» de comienzos de la década de 1990).

Si es científico, el estudioso de lo social procurará buscar más datos, ensayará varias hipótesis acerca de mecanismos posibles y elegirá la que mejor se ajuste a los datos. No se contentará con relatos, ni con fantasías, ni con la hipótesis única de la maximización de las utilidades esperadas. Empleará tácitamente una gnoseología realista.

Ciencia y técnica

La ciencia fáctica se propone entender el mundo, y la técnica se propone modificarlo. Tanto la una como la otra son objetos culturales a tal punto complejos que no puede describírselos adecuadamente con una sola frase, como suelen hacerlo los filósofos. Propongo la siguiente caracterización: una familia de ciencias o de técnicas es un conjunto cada uno de cuyos miembros es representable por la decatupla

S, T = áC, S, D, G, F, B, P, K, A, Mñ,

donde

C = comunidad de investigadores o expertos (no meramente creyentes)
S = sociedad anfitriona (tolerante de las actividades de *C*)
D = dominio o referentes (por ejemplo, sistemas sociales en el caso de las ciencias sociales)
G = visión general o trasfondo filosófico (materialismo y realismo)
F = trasfondo formal (lógica y matemática)
B = trasfondo específico (por ejemplo, sociología y economía en el caso de la técnica de la administración)
P = problemática
K = fondo de conocimiento (hallazgos más bien robustos)
A = metas (verdad y profundidad en *S*, eficiencia y utilidad en *T*)
M = metódica (métodos escrutables y justificables, empezando por el método científico)

Condiciones adicionales:
1. Hay por lo menos una disciplina contigua, que se traslapa parcialmente con la disciplina dada y que tiene los rasgos generales antes listados. Es decir, no hay ciencia ni técnica autónomas: sólo hay especialistas con visión periférica limitada. Las disciplinas autónomas, tales como el psicoanálisis, la parapsicología y la homeopatía, no son ciencias ni técnicas: son creencias o negocios.
2. La composición de cada una de los ocho últimos componentes de la decatupla cambia, en el caso de *S*, como resultado de la investigación, y en el caso de *T*, también a consecuencia de exigencias sociales (por ejemplo, demanda del mercado).

Una de las diferencias conceptuales entre la ciencia y la técnica es que los problemas científicos suelen ser directos, mientras que los técnicos suelen ser inversos. Por ejemplo, dada una antena, un físico puede calcular las ondas que emite; al ingeniero, en cambio, se le encomienda el diseño de una antena que emita ondas que se propaguen con la frecuencia deseada en la dirección deseada. O, dado un compuesto químico, un biólogo puede averiguar cómo afecta a un organismo; en cambio, a un investigador biomédico se le pide que busque un medicamento para tratar cierta enfermedad.

Al plantearse un problema directo se da el insumo o causa y se averigua el producto o efecto; en el caso inverso, dado el producto o efecto se busca el insumo o causa. En ambos casos se usan o inventan hipótesis que relacionan las causas con los efectos. Obviamente, los problemas

inversos son más difíciles que los directos. No debería extrañar, pues, que se los ataque y resuelva de manera menos rigurosa.

Pero las diferencias más obvias entre la investigación básica y la técnica son morales y sociales. El conocimiento puro, en sí mismo, es neutral. Sólo quien le busca aplicación práctica se enfrenta con problemas morales, ya que ciertas alteraciones en el estilo de vida perjudican a algunos mientras que benefician a otros. ¿Acatará el técnico las instrucciones de su empleador aun cuando éste le pida que diseñe una cosa o un proceso socialmente dañino? El científico puede quemarse la mano, pero el técnico también puede quemarse la conciencia.

Humanidades e *ideología*

Las humanidades y las ideologías no se sujetan a las condiciones que caracterizan a la ciencia y a la técnica. Son disciplinas o indisciplinas de butaca, no de laboratorio ni de taller. Sin embargo, no tienen por qué ser incoherentes ni descabelladas. De toda disciplina humanística, como la filosofía y la historia de la literatura, se espera que sea coherente, que busque la verdad y que cambie por efecto de la investigación. También se espera que haga contacto con las ciencias pertinentes.

Por ejemplo, quien estudie la obra de Lope de Vega no podrá ignorar que sus comedias se representaban con gran éxito ante un público formado por aristócratas, burócratas y comerciantes enriquecidos por el saqueo de América. Lope, al igual que Shakespeare, escribió para el mercado. Esto no es extraño; lo extraordinario es que fueran grandes artistas que hicieron pocas concesiones a los consumidores.

Pasando a otra rama de la cultura, quien pretenda hacer ontología o gnoseología modernas no podrá ignorar el A-B-C de la ciencia y de la técnica, a menos que se limite a repetir, comentar o macanear. En resumen, el investigador en humanidades no podrá ignorar todo lo que suceda fuera de su campo. Por ejemplo, quien haga filosofía de la mente no podrá ignorar la neurociencia cognoscitiva.

Las ideologías poseen núcleos filosóficos, pero no son campos de investigación. Son cuerpos de conocimientos o mitos y de juicios de valor. Sin embargo, se espera que una ideología socio-econo-política

moderna se base no sólo en juicios de valor bien fundados, sino también en algunos resultados pertinentes de las ciencias sociales. Se puede pensar, pues, en ideologías científicas. A propósito, el neoliberalismo no es tal. Da por verdadera la teoría económica estándar formulada hacia 1870, que es imprecisa y no sirve para hacer negocios ni para diseñar políticas macroeconómicas. Y, por supuesto, el núcleo moral del neoliberalismo es el egoísmo, que es antisocial y por lo tanto inmoral.

Saber en sociedad

Todo cuanto hacemos está inserto en algún sistema social, de la familia hacia arriba. En particular, aprendemos de otros y enseñamos a otros: no hay aprender ni, por tanto, saber en un vacío social. El prójimo nos estimula o inhibe. Lo que vale para los individuos vale, ***mutatis mutandis,*** para las instituciones. Por ejemplo, la libertad de expresión facilita el aprendizaje y el debate racional, en tanto que la censura los limita, distorsiona o corrompe. Baste recordar los casos de las censuras eclesiásticas, totalitarias y macartistas.

Pero la libertad de investigación y de expresión, con ser necesaria para aprender y enseñar, no basta. Es preciso que el Estado y algunas organizaciones no gubernamentales no sólo toleren, sino también alienten la investigación para que ésta florezca y, con ella, prospere la sociedad íntegra, sobre todo en nuestro tiempo, cuando el conocimiento es oro. Los buenos estadistas modernos son quienes, como Sarmiento, comprenden que no hay progreso sin ciencia. Los gobiernos que, como los argentinos del siglo xx, dan la espalda a la investigación científica, condenan a sus pueblos a la ignorancia y por lo tanto a la indigencia.

Sin duda, todo investigador y todo docente pertenece a alguna red (comunidad científica, técnica o docente), pero de ello no se sigue que el estudioso del saber sólo deba fijarse en las redes sociales. Para entender la existencia y el funcionamiento de estas redes debe averiguar qué hacen sus nodos. Dicho metafóricamente, para caracterizar al pescador no basta con describirlo como alguien que maneja redes: hay que añadir que se propone pescar y que lo que pesca está fuera de las redes: atrapa peces, no pescadores. La red no hace al pez, sólo ayuda a pescar lo que ya está allí. Si es pequeña, sólo atrapará mojarras; si es grande, podrá pescar atunes.

Digo esto para contrarrestar al sociologismo de la ciencia y de la técnica que está de moda. Esta escuela, compuesta por sociólogos, filósofos y literatos ignorantes de la ciencia y de la técnica, tales como Foucault, Latour, Woolgar, Knorr-Cetina, Bloor, Fuller, los dos Collins, y otros, sostiene que todas las ideas científicas tienen un contenido social, y que la investigación científica consiste en hacer inscripciones y no es sino una lucha por el poder. Puesto que no buscan la verdad sino la notoriedad, ignoran que la finalidad de la investigación científica es alcanzar la verdad, y que el universitario que se dedica a politiquear no es científico, sino politiquero.

Sinopsis

Los vertebrados somos naturalmente curiosos y exploradores. Necesitamos saber para sobrevivir. Pero hay saberes desinteresados: hay ciencia pura, así como hay filosofía y arte por el arte. Con todo, lo que no sirve hoy puede servir mañana. El conocimiento de utilidad previsible es técnico. Ni Faraday ni Maxwell pudieron prever que sus investigaciones sobre el campo electromagnético constituirían la base intelectual de dos grandes industrias: las de la energía eléctrica y las comunicaciones. Su pura curiosidad intelectual terminó por generar una gigantesca riqueza económica. Esta nueva alquimia, que transmuta el conocimiento en riqueza y poder, es la técnica moderna que permite transformar las cosas de manera deliberada e inteligente. Es el puente entre saber y hacer.

AXIOLOGÍA Y ÉTI CA: VALER Y HACER

Hasta aquí nos hemos ocupado de los hechos y de su conocimiento. Nada hemos evaluado explícitamente, ni hemos propuesto normas de acción. Nuestras valuaciones y normativas han sido tácitas. Por ejemplo, hemos dado por sentado que el conocimiento es valioso, y hemos sostenido que la mejor manera de obtenerlo es usando el método científico. Pero no hemos analizado el concepto de valor ni hemos recomendado regla alguna de acción práctica.

En este capítulo nos ocuparemos brevemente de la axiología o teoría de los valores, así como de la ética o filosofía moral. Lo haremos sobre la base de la ontología naturalista y de la gnoseología realista esbozadas en los dos capítulos anteriores. O sea, ubicaremos los valores en los cerebros de los individuos y las normas en la conducta individual de los individuos en sociedad, y no en el reino fantasmagórico de las ideas. Pisaremos así terreno firme, en lugar de divagar en el vacío.

Hecho y valor

Desde Hume se sabe que las proposiciones de las formas «*x* es *F*» y «*x* debería ser *F*» no pueden deducirse entre sí. En otras palabras, hay un hiato lógico entre el ser y el valer. Pero suele ignorarse que de hecho cruzamos esta brecha conceptual cada vez que hacemos algo para alcanzar una meta que juzgamos valiosa. O sea, la acción conduce de lo actual a lo deseado o debido.

Es más, la acción racional, a diferencia de la irracional o impulsiva, es precedida de estudios, deliberaciones, elecciones y decisiones. Este proceder es típico de la técnica, cuyo núcleo es el diseño de cosas, procesos o planes de acción. La técnica puede caracterizarse como el arte y la ciencia del tránsito de lo que es a lo que debería ser.

Un ejemplo aclarará lo dicho. La relación entre el volumen P de la producción de una industria contaminante y el tamaño C de la contaminación es $C = c.P$, donde *c* es una constante carac-terística de la industria. Supongamos que la meta de un organismo regulador sea disminuir *C* a un nivel tolerable sin asfixiar la industria. La realización de esta finalidad requiere estudios complejos que involucren a expertos en salud pública, meteorología, industria, urbanismo, etc. El compromiso a que llegue este equipo interdisciplinario se resume en una nueva fórmula, que reemplaza la constante *c* por la constante $c.(1-b)$, donde *b* es la variable estratégica (o dial). El valor del parámetro *b* está comprendido entre 0 (libertad de empresa) y 1 (prohibición de la industria). El problema del equipo será dar con el valor óptimo del parámetro *b*.

Una vez elegido *b,* la ley original se convierte en la regla técnica *C = c.(1-b) P*. Esta regla no se deduce de la ley correspondiente, aunque se funda en ella. Lejos de ser arbitraria o meramente empírica, la regla ha sido construida sobre la base de la ley científica, de datos sobre contaminación ambiental, y de un juicio de valor, a saber, «Es deseable mantener la contaminación ambiental por debajo del valor a partir del cual es nociva para la salud». A su vez, la valoración de la salud pública se deriva de un juicio de valor más general, a saber, «La vida es valiosa».

Este procedimiento admite tácitamente la tesis de que los juicios de valor no pueden deducirse de enunciados de hecho. Pero al mismo tiempo rechaza la tesis humeana de que los valores y las normas son puramente emotivos o irracionales. Es posible y deseable justificar racional y empíricamente la elección de valores, así como elaborar reglas de conducta que incorporen valores que han sido pasados por los tamices de la ciencia y de la técnica.

Normas técnicas y normas morales

Hay normas de varios tipos: técnicas, legales, morales y convencionales. Las normas técnicas contemporáneas tienen o deberían tener una justificación científica. Algunas normas legales se ajustan a los intereses generales (comunes a todos) y otras a intereses especiales. Las normas morales deberían responder al bienestar individual y favorecer la justicia, la convivencia, la cohesión social, la paz y otros valores sociales. Sólo las normas convencionales, tales como las reglas de etiqueta, carecen de justificación o fundamento objetivo.

Las normas no son verdaderas ni falsas, sino eficaces o ineficaces para alcanzar ciertas metas. Esto no implica que tengan necesariamente la forma de imperativos o mandamientos, y que por consiguiente escapen a las reglas de la lógica ordinaria. Toda norma puede expresarse en forma declarativa. Por ejemplo, «No matarás» puede traducirse a «Es malo matar». Esta traducción invita al cuestionamiento de algunas normas morales, y este cuestionamiento es necesario porque algunas de ellas ya no responden a la realidad social, o bien no se ajustan al saber actual. Este es el caso de muchos mandamientos religiosos. En cambio, hoy día aceptamos normas morales ajenas a las llamadas grandes religiones, tales como las que mandan controlar la natalidad, evitar la

guerra, disminuir las desigualdades sociales, elevar el nivel educacional, participar en política y respetar los derechos de las minorías.

La norma máxima

Todo código moral es piramidal, en el sentido de que está encabezado por alguna norma máxima, tal como «Cumple con tu deber» en el caso de la ética kantiana, y «Maximiza tu utilidad» en el caso de la ética utilitarista. No hay por qué elegir entre estas dos normas, ya que ambas son buenas en combinación. Una norma que las sintetiza es «Goza de la vida y ayuda a vivir». Ésta es la norma máxima de la ética que he llamado agatonismo, o búsqueda de lo bueno para uno y para los demás.

Derechos y deberes

Postulo que hay derechos morales básicos y derechos morales secundarios. Un derecho moral es básico si su ejercicio contribuye al bienestar del agente sin impedir a otras personas que ejerzan el mismo derecho. Un derecho moral es secundario si contribuye a la felicidad razonable de alguien sin interferir con el ejercicio de los derechos primarios de otras personas. Por ejemplo, todos tienen derecho a comer, pero el derecho a estudiar filosofía es secundario.

Los deberes son paralelos. Si una persona tiene un derecho moral primario a algo, otra persona tiene el deber de ayudarla a ejercerlo si ninguna otra puede hacerlo en su lugar. Y si una persona tiene un derecho secundario, otra tiene el deber moral secundario de ayudarla a ejercerlo si ninguna otra puede hacerlo en su lugar. Por ejemplo, yo tengo el deber primario de llevar a un accidentado al hospital si no hay una ambulancia a mano. Y tengo el deber secundario de ayudar a alguien a estudiar filosofía si no hay una buena escuela de filosofía a mano.

Estas definiciones intervienen en las normas siguientes:

Norma 1 Todos los derechos y deberes morales básicos son inenajenables, excepto cuando son motivo de contrato entre adultos

hábiles y bajo la supervisión de una tercera parte capaz de hacer cumplir el contrato.

Norma 2 Las normas legales y convencionales deberían supeditarse a las normas morales.

Norma 3 *i)* Los derechos y deberes primarios tienen precedencia sobre los secundarios; *ii)* los deberes primarios privan sobre los derechos secundarios; *iii)* en caso de conflicto entre un derecho y un deber, se tiene derecho a elegir cualquiera, sujeto a la condición *ii.*

Estos tres postulados implican varias consecuencias lógicas. Una de ellas es el

Teorema 1 Todo derecho implica un deber.

Demostración: Considérese un microuniverso constituido por dos personas, llamadas 1 y 2, y llámese N_i a una necesidad básica y R_i al derecho correspondiente, con i = 1, 2. Análogamente, llámese D_{12} al deber de la persona 1 para con la persona 2 con respecto a su necesidad N_2, y D_{21} al deber de la persona 2 para con la persona 1 con respecto a su necesidad N_1. Las dos primeras normas pueden abreviarse:

Norma l $(N_1 \supset R_1) \,\&\, (N_2 \supset R_2)$
Norma 2 $[R_1 \supset (R_1 \supset D_{21})] \,\&\, [R_2 \supset (R_2 \supset D_{12})]$

Por el principio del silogismo hipotético, se sigue que

$[N_1 \supset (R_1 \supset D_{21})] \,\&\, [N_2 \supset (R_2 \supset D_{12})]$

Y, puesto que todos tenemos necesidades básicas (dato), finalmente se sigue, por *modus ponens,* que

Teorema 2 $(R_1 \supset D_{21}) \,\&\, (R_2 \supset D_{12})$

Este teorema y la norma 1 implican el

Corolario 1 Todos tienen algunos deberes.

Acción racional y acción moral

El concepto general de acción pertenece a la ontología. Puede aclararse así: una cosa (animada o inanimada) actúa sobre otra si modifica su historia (o sucesión de estados). Más precisamente,

Acción $A_t(a,b) = h_t(b \setminus a) \setminus h_t(b)$
Interacción $I_t(a, b) = I_t\ (b, a) = A_t(a, b)\ È\ A_t(b, a)$

donde $h_t(b)$ es la historia de *b* en ausencia de *a*, y $h_t(b \setminus a)$ su historia en presencia de a, durante el periodo *t*. Y la barra \ designa la diferencia entre conjuntos; o sea, $A \setminus B$ es el conjunto de los objetos que pertenecen a *A* pero no a *B*.

La acción humana es un caso particular del concepto general de acción: se presenta cuando el agente es un ser humano. La acción humana es objeto de la praxiología, o teoría de la acción, que yo propongo incluir, junto con la ética, la filosofía política e incluso la metodología, en la tecnología filosófica.

Hay dos escuelas axiológicas tradicionales: la polaca, del filósofo Tadeusz Kotarbinski, y la austriaca, del economista Ludwig von Mises. La primera es ambiciosa pero hasta ahora ha permanecido en su fase programática. La segunda escuela ha rendido aun menos. Primero, porque se centra en la máxima utilitarista, que ignora las motivaciones no utilitarias de la acción humana, a tal punto que Von Mises la expone en su libro titulado *Human Action: A Treatise on Economics* (1949). Segundo, esta doctrina no hace uso de herramientas formales. Tercero, es ajena a la ética, como si sólo importasen las acciones económicas. Es una praxiología antihumanista.

Siguiendo a Kotarbinski, entiendo por acción racional la que se diseña y ejecuta a la luz del mejor conocimiento pertinente. Las técnicas se ocupan precisamente de esto: de diseñar programas de acción racional, ya sea para construir artefactos o para desencadenar procesos controlados. Pero la racionalidad no basta: también es preciso que el agente se ajuste a un código moral mínimo. Lo menos que se le pide es que no dañe a terceros (utilitarismo negativo). Lo más, que sea solidario, o sea, que ayude al prójimo a ejercer sus derechos morales.

Dicho de otra manera: cuando se evalúa un proyecto de acción pasible de afectar a otros, hay que hacerlo a la luz de dos grupos de criterios: técnicos y morales. Esto vale, en particular, para la acción política.

Filosofía política

La filosofía política es la rama de la filosofía práctica que elabora, examina y evalúa proyectos políticos, sean éstos de mantenimiento o de reforma del orden social. Quienquiera que lea periódicos o escuche noticieros tendrá que admitir que no hay sociedad sin gravísimos problemas sociales. Incluso las sociedades más prósperas, equitativas, pacíficas y mejor administradas —las escandinavas, la holandesa, la alemana y la japonesa— tienen problemas sociales agudos, como la desocupación, el alcoholismo, la teleadicción, la afición desmedida a los automóviles, el facilismo de los jóvenes y el cinismo político de gran parte del electorado.

Naturalmente, nada de esto cuenta en comparación con los problemas que sufren las sociedades más desigualitarias del mundo: las latinoamericanas. Todos nos quejamos de la violencia y de la corrupción características de estas sociedades, sin reparar en los principales factores de esos males: desigualdad, autoritarismo, tradicionalismo e impunidad. La pobreza por si sola no explica la violencia ni la corrupción. Las explican la desigualdad extrema, la tradición machista de hacer «justicia» por cuenta propia y la impunidad de que suelen gozar los matones y ladrones, sobre todo cuando trabajan para el gobierno.

Pero basta de quejas. ¿Qué hacer? ¿Recurrir a alguna de las ideologías conocidas? Todas ellas han fracasado, aunque puede decirse que el socialismo nunca ha sido ensayado: lo que se ensayó fue el estatismo de izquierda, ya moderado, ya radical. El estatismo de izquierda es superior al de derecha, o fascismo, pero ha resultado económica y políticamente desastroso. También ha sido un desastre moral, porque ha fomentado el egoísmo y la sumisión que nacen del miedo provocado por la represión.

Propongo que se intente diseñar un nuevo proyecto de sociedad, uno que, a diferencia de los anteriores, se funde sobre tres pilares:

a) La moral agatonista, que se resume en «Goza de la vida y ayuda a vivir»;
b) La consigna de la Revolución Francesa: «Libertad, igualdad, fraternidad» (o, mejor aún, «solidaridad»), y
c) Los hallazgos más sólidos de las ciencias y técnicas sociales, desde la sociología hasta la administración de empresas.

Estas tres ideas, tomadas juntas, sugieren diseñar y construir un régimen de democracia integral informado por la sociotécnica. Por «democracia integral» entiendo un régimen sin discriminación sexual ni étnica, así como de participación en la riqueza, en la cultura y en la política. La democracia política es necesaria no sólo para gozar de libertad de expresión, asociación y brega política, sino también para garantizar el acceso equitativo a la riqueza y a la cultura, para evitar la discriminación injustificada, y recordar a los políticos que representan al pueblo. La democracia económica es necesaria para terminar con la explotación y el privilegio. Esta democracia se alcanza de dos maneras: con la pequeña empresa en el caso de los negocios pequeños, y con la cooperativa autogestionada en el caso de las grandes empresas. Y la democracia cultural es necesaria para dar a todo el mundo la oportunidad de desarrollar su cerebro y de gozar con el comercio, el arte, las humanidades y la ciencia.

Pero la democracia no basta: para que funcione bien es preciso que se ajuste a un código moral mínimo, aceptable por todos o al menos casi todos. También es necesario que los ciudadanos sepan elegir bien, para lo cual deberán informarse bien, acudiendo al consejo de los expertos toda vez que sea necesario. Ya no habrá que votar por el político de imagen televisiva más linda, ni por quien prometa más. Habrá que votar por los equipos mejor asesorados. Y no bastará votar: habrá que controlar al servidor público. De esta manera, la clase política, interesada sólo en ganar el poder o en conservarlo, será gradualmente desplazada por grupos cambiantes de ciudadanos socialmente conscientes y asesorados por los mejores técnicos del momento. Llamo «holotecnodemocracia» a este régimen social. Creo que la idea huele bien, aunque su nombre suene mal.

Sinopsis final

Llegamos al fin de la gira turística por mi tratado. Esta filosofía se distingue por los principios siguientes:

1. *Materialismo.* Todo cuanto existe realmente, dentro o fuera del sujeto, es material o concreto. Las propiedades no existen de por sí, sino que son poseídas por objetos, ya concretos, ya conceptuales. Tampoco hay ideas autónomas: todas las ideas son procesos cerebrales. Por ejemplo, el número tres no existe en la naturaleza ni en la sociedad; sólo existe mientras es pensado por alguien.
2. *Sistemismo.* Todo cuanto existe —sea concreto, conceptual o semiótico— es, ya un sistema o paquete de cosas, ya un componente de algún sistema.
3. *Emergentismo.* Los sistemas poseen propiedades de las que carecen sus componentes.
4. *Dinamicismo.* Todo cuanto existe realmente cambia. Sólo los objetos conceptuales (por ejemplo, matemáticos) son inmutables, pero lo son por convención.
5. *Realismo.* El mundo exterior al conocedor existe independientemente de éste y es cognoscible, al menos parcial y gradualmente.
6. *Cientificismo.* La mejor manera de averiguar cómo son las cosas, sean naturales, sociales, artificiales o conceptuales, es adoptar el método científico. Y la mejor manera de evaluar los principios filosóficos es exhibir, ya su compatibilidad con la ciencia y la técnica del momento, ya su valor heurístico en la investigación científica o técnica, ya su valor en el diseño de políticas que propendan al mejoramiento de la calidad de la vida.
7. *Racioempirismo.* Combinación de los constituyentes válidos del racionalismo y del empirismo. Esta filosofía aspira a ser clara, coherente e hipotético-deductiva, al tiempo que pone sus hipótesis a la prueba de los hechos.
8. *Exactitud.* Intenta exactificar ideas intuitivas interesantes, o sea, convertirlas en ideas que posean una forma lógica o matemática precisa.
9. *Agatonismo.* No hay derecho sin deber, ni deber sin derecho. Y el máximo principio moral debería ser «Goza la vida y ayuda a vivir». Es una combinación de egoísmo con altruismo, de

utilitarismo con deontologismo, y de cognitivismo con emotivismo.

10. *Holotecnodemocracia.* Democracia integral (biológica, económica, política y cultural) informada por la moral agatonista y la sociotécnica.

Casi todos estos rasgos han aparecido anteriormente en la historia de la filosofía, pero nunca se habían presentado todos juntos. Por ejemplo, tanto Kant como los positivistas lógicos intentaron unir el racionalismo con el empirismo, pero ambos fallaron porque se limitaron a las apariencias: no fueron realistas ni, por lo tanto, cientificistas, aunque alababan la ciencia.

Segundo ejemplo: el marxismo es materialista, pero sólo a medias, ya que postula que la superestructura *o* cultura es ideal. Y se jacta de ser científico pero no hace caso de contraejemplos, e incluye el galimatías dialéctico, paragón de especulación inexacta.

Tercer ejemplo: las filosofías morales se centran, ya en los deberes, como el kantismo, ya en los derechos, como el utilitarismo. Pero los seres humanos normales combinamos los deberes con los derechos, y el altruismo con el egoísmo, que es lo que propone mi ética agatonista.

También han aparecido esporádicamente elementos novedosos en la literatura filosófica contemporánea, pero han sido gemas sueltas. Que yo sepa, el único sistema filosófico construido en la segunda mitad del siglo xx es el que acabo de esbozar. Esto no es coincidencia: la idea misma de sistema filosófico fue desacreditada como obsoleta tanto por los analíticos como por sus adversarios viscerales. Este fue un error: lo malo no es la sistematicidad sino el sistema especulativo.

La idea de sistematizar la filosofía, es decir, de poner en evidencia los lazos entre sus componentes, debería ser natural para quienquiera que estudie sistemas, sea de cosas concretas o de ideas, naturales o artificiales, ya que no se concibe que algo exista o pueda comprenderse desprendido de algún sistema. Por ejemplo, no hay cosas ni ideas aisladas, así como no hay palabras que no se relacionen con otras palabras.

Ojalá esta gira turística por mi sistema filosófico despierte la curiosidad de algunos lectores y les anime a perfeccionarlo o a reemplazarlo por otro más al día, más profundo, más verdadero, o las tres cosas a la vez. Anímense: semejante empresa sólo exige una veintena de años maduros en un país normal, libre de convulsiones políticas puramente destructivas que sólo respondan a intereses mezquinos.

LA FILOSOFÍA PRÁCTICA COMO TÉCNICA

MIS PROPÓSITOS SON TRES. El primero es ampliar la filosofía práctica, que tradicionalmente se ha identificado con la ética, para incluir en ella también la axiología, la praxiología, la metodología y la filosofía política. Los motivos son que todas estas disciplinas son prescriptivas antes que descriptivas, y que se necesitan las unas a las otras. Por ejemplo, toda ética presupone alguna concepción de los valores, y toda filosofía política incluye un componente ético.

El segundo propósito es encarar estas disciplinas como técnicas. La razón es que todas ellas, al igual que el derecho y las técnicas de la gestión, se proponen normar la conducta humana. En este respecto contrastan con la ontología, la semántica y la gnoseología descriptiva, las cuales sólo se proponen saber. Una metodología de la ciencia y de la técnica que ayude al progreso de éstas se ocupará, por ejemplo, de la manera en que deberían caracterizarse las magnitudes físicas y analizar y evaluar el diagnóstico médico.

El tercer propósito es alentar a descender las técnicas filosóficas de su torre de marfil, para que colaboren estrechamente con las sociotécnicas. Por ejemplo, si queremos una axiología enraizada en la vida real, deberemos tener en cuenta las necesidades y aspiraciones del ser humano en sociedad, así como la mejor manera de satisfacerlas con mínimo perjuicio al prójimo.

En las páginas siguientes esbozaré mi concepción de las cinco ramas de la tecnología filosófica, examinaré algunos ejemplos de errores muy difundidos al respecto y sugeriré una manera de corregirlos.

Conceptos de valor

Un valor puede ser objetivo, subjetivo, o ambas cosas a la vez. Mejor dicho, un objeto puede ser valioso de una de tres maneras: objetivamente, subjetivamente, o de ambas maneras. Porque hablar de valores en sí, antes que de objetos a los que se ha atribuido algún valor, es cometer el pecado conceptual de la reificación, como cuando se habla de la verdad, la belleza o la justicia en sí mismas.

Postularé que un objeto es objetivamente valioso si satisface alguna necesidad o aspiración legítima, como ocurre con los alimentos y la estima del prójimo, y que es subjetivamente valioso si se lo desea independientemente de su valor objetivo, como ocurre con la heroína y la crueldad [véase M. Bunge y R. Ardila, *Filosofía de* la *psicología*].

Empecemos por exactificar el concepto de valor objetivo en el caso más sencillo, que es el de los bienes cuantificables. Supondremos que el valor básico de un objeto es la medida en que satisface una necesidad básica; y que el disvalor básico de un objeto es la medida en que genera una necesidad básica. Más precisamente, proponemos el postulado siguiente.

Sea *x* una clase de objetos capaces de satisfacer o generar una necesidad básica *y* de un animal dado en un estado dado, y llamemos *A(x)* a la cantidad de *x* accesible a dicho animal, y *N(x,y)* a la cantidad de *x* necesaria para satisfacer plenamente a *y*. El valor de *x* para el animal en cuestión, en el estado dado y relativamente a *y*, será

$$V(x, y) = sgn\ (x, y).\ [1 - A(x) / N(x, y)]$$

donde

$$sgn\ (x, y) = \begin{cases} +1 \text{ si y solo si } x \text{ satisface a } y \\ -1 \text{ si } y \text{ solo si x genera a } y \end{cases}$$

A continuación introduciremos dos nociones conjuntistas de utilidad que, por ser cualitativas, no son pasibles de las críticas que se ha formulado a la utilidad cardinal. El primer concepto elucida la idea intuitiva de que algo es útil o beneficioso si y sólo si satisface alguna necesidad o deseo de alguien. O sea, estipulamos que la utilidad del objeto *x* para el animal (por ejemplo, ser humano) o grupo social *y* es la colección de necesidades (*N*) o deseos (*D*) de *y* que *x* satisface:

$$U(x,y) = (z \in N \cup D \mid Sxzy)$$

donde *Sxzy* abrevia «*x* satisface la necesidad o deseo *z* de *y*».

Este concepto cualitativo nos permite definir un concepto comparativo. En efecto, podemos decir que un objeto *a* es preferible a un objeto *b* para el sujeto *y* (o sea, $a >_y b$) si la utilidad de *b* para y está incluida en la de *a*. O sea,

$$a >_y b =_{df} U(b, y) \subseteq U(a, y)$$

Obviamente, esta relación de preferencia hereda la antisimetría y la transitividad de la relación de inclusión que la define.

Las definiciones anteriores no hacen referencia explícita a los efectos laterales disvaliosos de toda acción humana, incluso la más altruista. Este defecto puede remediarse como sigue. Sea *A* una acción con consecuencias positivas (o placenteras) $P_1, P_2, ..., P_m$ y efectos negativos (o nocivos) $N_1, N_2, ... , N_n$ donde *m* y *n* son enteros iguales o mayores que la unidad. Definiremos la utilidad de la acción *A* como el conjunto de las *P*, y su disutilidad como el conjunto de las *N*. O sea,

$$U(A) = \{P_1, P_2, ..., P_m\}, \quad D(A) = \{N_1, N_2, . .., N_n\}$$

Posteriormente, en el apartado «Ordenamiento de las acciones por su valor» de la sección «Praxiología», utilizaremos estas definiciones para ordenar las acciones.

Tipos de valor

En distintos campos de actividad nos proponemos realizar distintos valores. Así, distinguimos valores biológicos, psicológicos, epistémicos, estéticos, morales, sociales y económicos, entre otros. Por ejemplo, el ajo será bueno para la salud, pero es malo para la convivencia, y el comercio de armas es bueno para ciertas economías, pero malo para la salud.

El mero reconocimiento de que los valores se agrupan en tipos diferentes hace dudosa la posibilidad de construir una única «tabla» de valores, desde el ínfimo hasta el máximo. Dicho de otro modo, es dudoso que el conjunto de valores pueda ordenarse como se ordenan los números. Y si los valores de tipos diferentes no pueden ordenarse, tampoco pueden compararse entre sí. Por ejemplo, no tiene sentido preguntarse si una sonata de Mozart es intrínsecamente más o menos valiosa que una comida. En cambio, tiene sentido preguntarse cómo un individuo dado compara esos bienes en una situación determinada. Si bien hay valores supraindividuales y universales, todo acto de valuación es individual y situacional.

Lo que sí tiene sentido es preguntarse qué cosas o sucesos son más valiosos que otros para un individuo dado en algún respecto y alguna circunstancia. Por ejemplo, para un hambriento una comida es más valiosa que escuchar una sonata de Mozart, mientras que un melómano bien alimentado invertirá el orden. Hay por lo menos tantas «tablas» de valores intrínsecos como tipos de valores, y tantos valores instrumentales como situaciones.

Ejemplo: valores científicos y valores técnicos

La opinión vulgar sobre la ciencia es que es igual a la técnica. Ésta es también la opinión de filósofos empiristas como Francis Bacon y pragmatistas como William James, así como de los posmodernos que hablan de «tecnociencia» y «desconstruyen» (ponen al descubierto y denuncian) la ciencia como arma de poder. Todos ellos no sólo confunden la ciencia básica con la técnica, sino que no conocen otro valor que el de la utilidad práctica. De hecho, el valor supremo de la investigación científica básica es la verdad, mientras que el de la técnica

es la utilidad. Demostración: las pruebas científicas son tests de verdad, mientras que las técnicas son tests de eficiencia. Sin embargo, la técnica moderna, por basarse sobre la ciencia, también aprecia la verdad. Es más, el técnico innovador, a diferencia del rutinario, es motivado primariamente por la curiosidad. El mercado premia y castiga, cuando no es indiferente, pero no inspira.

Una manera de distinguir la técnica de la ciencia básica es afirmar que tiene dos tablas de valores: una extrínseca, que se deriva de su función social, y otra intrínseca, centrada en la verdad. Hay así dos enfoques axiológicos del saber: el endoaxiológico y el exoaxiológico. El primero centra su atención en valores epistémicos, tales como claridad, coherencia, verdad, poder explicativo y poder predictivo. Quien no puede realizar al menos uno de ellos está al margen de la ciencia. En cambio, la eficacia, eficiencia, utilidad social, y utilidad económica, valores típicamente técnicos, son dictados parcialmente por la sociedad. Volveremos a este tema en el apartado «Ejemplo: moral científica y amoralidad técnica» de la sección «Ética».

ÉTICA

Norma moral

Las normas morales son invenciones sociales, al igual que la división del trabajo y el Estado. Se las adopta, reforma o rechaza según sirvan, ya para el bienestar individual y la convivencia general, ya para apuntalar privilegios. De esta tesis se sigue que el proyecto sociobiológico es vano. Por cierto que las normas evolucionan, pero cambian junto con la sociedad antes que junto con el genoma. En algunos casos se las pone en práctica porque sugieren conductas adaptativas, y en otras se las conserva pese a ser contraproducentes.

Las normas morales son de dos tipos: universales y particulares (tribuales o clasistas). Los mandamientos bíblicos son típicamente tribuales y sexistas. En cambio, las normas de equidad y de reciprocidad son universales. Sólo las normas universales son sostenibles. Lo son porque, lejos de imponer solamente deberes o de conceder solamente derechos, proponen pares derecho-deber. Por ejemplo, el derecho a la progenitura nos impone el deber de criar a nuestros hijos. La

consecuencia práctica es inmediata: quien no quiere o no puede cargar con la crianza de sus hijos carece del derecho moral a procrear.

Los códigos morales deontológicos, que imponen deberes sin los derechos concomitantes, son opresivos y por lo tanto invitan al engaño o la rebelión. Y el código moral utilitario, o hedonista, es socialmente tan disolvente como el anarquismo. Es más, ni siquiera es practicable. Veamos por qué.

La norma moral utilitarista, debida a Claude Helvétius y adoptada por Joseph Priestley y Jeremy Bentham, es que hay que procurar «la mayor felicidad del mayor número». ¿Es posible implantar esta norma? Veamos. Supongamos que la felicidad puede cuantificarse, y llamemos *F* a la cantidad total de felicidad accesible a una sociedad dada en un momento dado. Podemos visualizar a *F* como un pastel a repartir entre los *n* miembros de la sociedad. Efectuando una partición igualitaria, a cada uno de ellos le tocará un sector de ángulo *f* (en radianes). El total disponible, $F = 2p$, se distribuirá entre los *n* individuos. O sea, $nf = 2p$.

Pero no se puede maximizar a la vez *n* y *f*. En efecto, cuanto mayor sea *n*, tanto menor será *f* y viceversa. O sea, la norma utilitarista, tan noble a primera vista, no es factible, ni siquiera si se resuelve el problema de la cuantificación de la felicidad (o bienestar). Una de las razones del fracaso de esta norma es que sólo atañe a lo que debiéramos recibir: olvida lo que debiéramos dar. La alternativa que propongo tiene en cuenta tanto deberes como derechos.

Esta alternativa se resume en la máxima moral «Disfruta de la vida y ayuda a disfrutarla» [véase M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 8: *Ethics*]. Esta norma combina un derecho con el deber correspondiente. También combina el egoísmo con el altruismo: es una máxima yotuista. Si se prefiere, combina la moral kantiana del deber con la utilitarista del derecho. Por lo tanto, está a salvo de las objeciones al deontologismo y al utilitarismo. Volveremos a ella en el apartado «La sociedad ideal» de la sección «Filosofía social».

Derechos y deberes

Los derechos y los deberes pueden clasificarse en legales y morales. Los primeros no son problemáticos, ya que son determinados por los

códigos legales. En cambio, los conceptos de derecho y deber morales sí presentan dificultades, por lo cual empezaremos por elucidarlos.

Estipularemos que un derecho moral es la capacidad de satisfacer una necesidad básica (como dormir o asociarse) o un deseo legítimo (como mejorar el estilo de vida sin infringir derechos básicos ajenos). Análogamente, proponemos que un deber moralmente exigible es el de ayudar a otros a ejercer sus derechos morales legítimos. Más precisamente, proponemos las normas que siguen.

Norma 1 Si a es un ser humano en una sociedad *b* y c es una cosa o un proceso, entonces *i) a* tiene derecho moral básico a *c* en *b* si y sólo si *c* contribuye al bienestar de a sin impedirle a ningún otro miembro de *b* obtener o conservar ítems del mismo tipo que *c*, y *ii) a* tiene derecho moral secundario a *c* en *b* si y sólo si *c* contribuye a la felicidad razonable de *a* sin interferir con el ejercicio de los derechos primarios de ningún otro en *b*.

Norma 2 Si *a* y *b* son seres humanos en la sociedad *c*, y *d* es una acción que *a* puede ejecutar (por sí misma o con ayuda de otros) sin arriesgar su propio bienestar, entonces *i)* si *b* tiene un derecho primario en *c* a *d*, o a un resultado de *d*, entonces *a* tiene el deber moral primario de hacer *d* para *b*, si y sólo si únicamente a en *c* puede ayudar a *b* a ejercer su derecho moral primario a *d*, o a un resultado de *d*, y *ii)* si *b* posee un derecho moral secundario en *c* a *d*, o a un resultado de *d*, entonces *a* tiene el deber moral secundario de hacer *d* para *b*, si y sólo si únicamente *a* puede ayudar a *b* a ejercitar su derecho moral secundario a *d* o a un resultado de *d*.

Norma 3 Todos los derechos y deberes morales básicos son inalienables, a menos que sean objeto de contratos de intercambio entre adultos conscientes y libres bajo la supervisión de un tercero capaz de hacer cumplir el contrato.

Norma 4 *i)* Los derechos primarios tienen precedencia sobre los deberes secundarios. *ii)* Los deberes primarios tienen precedencia sobre los derechos secundarios. *iii)* Un individuo enfrentado con un conflicto entre un derecho y un deber es moralmente libre de elegir uno de ellos, sujeto solamente a la condición *ii.*

Una primera consecuencia lógica de las normas 1 y 2 es el

Teorema 1 Todo derecho implica un deber.

Este teorema, y el postulado de que todas las personas tienen ciertos derechos morales (norma 1), implican el

Corolario Todos tienen algunos deberes.

Agregando premisas se pueden obtener más consecuencias. Agregaremos solamente esta perogrullada: nadie es autosuficiente. Más precisamente, agregaremos el

Lema Todos necesitan la ayuda de otros para satisfacer sus necesidades básicas y algunos de sus deseos.

Esta proposición implica el principio de la ayuda mutua o *quid pro quo:*

Teorema 2 Ayudar implica ser ayudado y recíprocamente.

Ejemplo: moral científica y *amoralidad técnica*

El científico aislado, si existiera, no tendría otra obligación que buscar la verdad y proclamarla. Pero todo científico de carne y hueso ha pertenecido a alguna comunidad de investigadores, antes llamada «República de las Letras» o «Colegio Invisible». Esta pertenencia le da derechos, tal como el de pedir consejo a un par, y le impone deberes, tal como el de compartir los frutos de su trabajo.

En un artículo fundacional de 1942 [incluido en el volumen *The Sociology of science*], Robert K. Merton enumeró las características morales de la ciencia básica: universalismo, comunismo epistémico, desinterés y escepticismo organizado. El universalismo se opone al localismo que predican hermenéuticos y nacionalistas culturales; el comunismo epistémico consiste en la propiedad común de los bienes adquiridos, o sea, los nuevos conocimientos; el desinterés en cuestión es la búsqueda de la verdad por la verdad, no por su posible utilidad ni, menos aún, como instrumento de poder, y el escepticismo organizado es el examen crítico de los resultados e incluso el cuestionamiento de

creencias arraigadas dentro o fuera de la comunidad científica por cualquier miembro de ella: el investigador propone y la comunidad dispone.

El código moral de la ciencia básica es endógeno: lo genera la propia investigación básica y es independiente del código moral que rige en la sociedad anfitriona. Es una endomoral. El técnico no puede atenerse al mismo código porque trabaja para un patrón, empresario o Estado. En técnica sólo vale lo que tiene utilidad o promete tenerla para alguien; se vale robar ideas al competidor, sea empresa o país; se practica el secreto industrial, y la crítica se limita al equipo del cual forma parte el técnico [véase J. A. Sábato, *Ensayos en campera*].

Esto no implica que debamos dar libertad al técnico para que diseñe artefactos o procesos que puedan dañar a la sociedad o la naturaleza. Al contrario, puesto que el técnico individual no se siente constreñido ni estimulado por la endomoral de la ciencia básica, es deseable que las asociaciones profesionales y los parlamentos impongan una moral técnica mínima. Lo menos que puede pedirse es que todo macroproyecto técnico sea evaluado no sólo por quienes lo pagan, sino también por quienes pueden ser sus víctimas. Ejemplos: embalses, plantas nucleares, talado de bosques, cultivos genéticamente modificados, y políticas macroeconómicas y culturales.

Dicho de otro modo, es necesario que la técnica sea sometida al control democrático [véase J. Agassi, *Technology*]. Es deseable que las asociaciones profesionales protejan a aquellos de sus miembros que arriesgan su trabajo cuando denuncian públicamente las intenciones o actividades antisociales de sus empleadores. En una palabra, el código (aún no escrito) que debería regir la actividad profesional del técnico no es endógeno como el de la ciencia sino exógeno: tiene que ser impuesto desde fuera.

PRAXIOLOGÍA

Concepto general de acción

La praxiología, o teoría de la acción, trata de la acción humana en general: es la filosofía de la praxis [véase, por ejemplo, el anuario

Praxiology]. Se dirá que también la sociología trata de la acción humana. Es verdad: la praxiología y la sociología se traslapan parcialmente. Lo hacen sólo en parte por dos motivos. Uno es que la praxiología, a diferencia de la sociología, tiene en cuenta el valor moral de la acción: distingue las buenas acciones de las malas y de las moralmente indiferentes. El segundo motivo es que la sociología contiene poquísimos enunciados generales sobre la acción humana. Que yo sepa, sólo tiene dos. Uno es que toda acción tiene consecuencias disfuncionales y consecuencias funcionales. El otro es el llamado «teorema» de Thomas, según el cual no reaccionamos a hechos sociales sino a la manera en que los «percibimos» [para ambas generalizaciones, véase R. K. Merton, *Social Theory and Social Structure*]. Los praxiólogos tienen la esperanza de dar con generalizaciones adicionales, pero es preciso reconocer que aún no han encontrado muchas.

Ahora bien, el concepto de acción humana, y específicamente de acción social, es un caso particular del concepto general de acción. Y éste es ontológico, porque hay acciones en todos los niveles: físicas (por ejemplo, la acción de un fotón sobre un átomo), químicas (por ejemplo, la acción del oxígeno sobre el hierro), biológicas (por ejemplo, la acción de la banda motriz de la corteza sobre un músculo) y sociales (por ejemplo, la acción de una persona sobre otra). El concepto general de acción puede definirse en términos del concepto de historia o trayectoria de una cosa en un espacio de sus estados [véase M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 3: *The Furniture of the World*]. En efecto, puede estipularse que una cosa *a* actúa sobre otra cosa *b*, o $a > b$, si la historia de *b* en presencia del agente a difiere de su historia en ausencia de *a* (a su vez, la historia de una cosa durante un período puede analizarse como la sucesión de sus estados durante ese intervalo). Evidentemente, *a* y *b* interactúan si *a* actúa sobre *b* y viceversa: $a <> b = a > b \ \& \ b > a$. El concepto de acción humana es un caso especial, a saber, cuando el agente *a* es una persona. Si tanto el agente como el paciente son humanos, o si el primero es una persona y el otro un sistema social o un bien público, la acción en cuestión se considerará social.

El concepto de consecuencia o efecto de una acción de *a* sobre *b* en el curso de un periodo *T* puede definirse como la diferencia conjuntista entre las trayectorias libre y forzada del paciente *b* en presencia de *a* y durante el periodo *T* dado. La reacción total de *b* sobre *a* se definirá como la diferencia entre la trayectoria libre y la forzada del agente en

presencia del paciente. Y la interacción entre *a* y *b* será igual a la unión de la acción y la reacción. Las simbolizaciones correspondientes son:

$$A_T(a, b) = h_T(b \mid a) \setminus h_T(b) =_{df} h_T(b \mid a) \cap \overline{h_T(b)}$$

$$A_T(b, a) = h_T(a \mid b) \setminus h_T(a) =_{df} h_T(a \mid b) \cap \overline{h_T(a)},$$

$$I_T(a, b) = A_T(a, b) \cup A_T(b, a)$$

donde la barra horizontal designa el complemento del conjunto en cuestión en el espacio de estados.

Ahora estamos en condiciones de formalizar el concepto de consecuencia inesperada o no deseada de una acción. Llamemos *A(a, b)* al efecto de la acción del agente *a* sobre el paciente *b* durante un periodo dado, y $A_f(a, b)$ al resultado predicho o deseado de la misma acción durante el mismo periodo. Las *consecuencias indeseadas U(a,b)* de la acción de *a* sobre *b* son las incluidas en *A(a, b)* pero no en $A_f(a, b)$, o sea,

$$U(a, b) = A(a, b) \setminus A_f(a, b)$$

Hasta aquí el concepto de acción individual. Formalicemos ahora el de acción colectiva, aunque no necesariamente concertada. Para lograrlo necesitamos el concepto de «suma» física de cosas concretas, tales como fotones o personas. La «suma» física de las cosas *a* y *b* es el ente (agregado o sistema) *a*b* compuesto por *a* y *b*. La acción de los agentes *a* y *b* sobre el paciente *c* se denotará por *A(a*b, c)*. Los casos más simples son:

Aditividad	$A(a*b, c) = A(a,c) \cup A(b, c)$,
Interferencia constructiva	$A(a*b, c) \supset [A(a, c) \cup A(b, c)]$
Interferencia destructiva	$A(a*b, c) \subset [A(a, c) \cup A(b, c)]$

En particular, dos agentes pueden actuar de manera que cada cual contrarreste las acciones del otro, o sea, de modo que $A(a*b, c) = \varnothing$. En otros casos, el resultado no será comparable con la suma de los efectos causados por los agentes por separado. En particular, como resultado de una interferencia constructiva (cooperación), la trayectoria resultante

puede yacer en un espacio de estados que incluye nuevos ejes (representativos de otras tantas propiedades). O sea, algo cualitativamente nuevo respecto a los resultados separados puede emerger como resultado de la acción conjunta de ambos agentes. La generalización a un número arbitrario de agentes es trivial.

Ordenamiento de las acciones por su valor

El concepto ordinal de utilidad (o valor subjetivo), definido en el apartado «Tipos de valor» de la sección «Axiología», nos permitirá ordenar las acciones conforme a su utilidad. Si somos consecuencialistas antes que deontologistas, ordenaremos las acciones por la utilidad o desutilidad de sus efectos. En efecto, estipularemos que la acción *A* es *preferible* a la acción *B* si y sólo si la utilidad de *A* incluye la de *B*, y la desutilidad de *A* está incluida en la de *B*. O sea,

$$A \geq B \text{ si y sólo si } [U(B) \subseteq U(A)] \,\&\, [D(A) \subseteq D(B)]$$

Esta relación ≥ de preferencia tiene las propiedades formales deseables. En efecto, es antisimétrica y transitiva debido a la antisimetría y transitividad de la relación de inclusión que la define.

Ejemplo: acción intencional

El concepto de acción intencional puede analizarse en función de los conceptos de objetivo 0, insumo *I*, y resultado *R*. Adoptaré la definición de eficacia propuesta por Quintanilla y Lawler [«El concepto de eficiencia técnica»], a saber, como la razón de los resultados deseados a los objetivos de la acción. Si se concibe a ambos como conjuntos (por ejemplo, de acontecimientos), se obtiene

$$e = \left| O \cap R \right| / \left| O \right|$$

donde ∩ designa la intersección de conjuntos. En esta expresión no interviene el insumo —trabajo, medio o gasto— porque una acción puede ser eficaz en algún grado independientemente de lo que se invierta en ella. El concepto de insumo interviene, en cambio, en el de eficacia o rendimiento. Quintanilla y Lawler lo definen como la razón

del resultado deseado a la unión de los resultados y los objetivos. Pero en termodinámica y en ingeniería, la eficiencia se define como la razón del producto o resultado deseado $O \cap R$ al insumo I, o sea,

$$e = \left| O \cap R \right| / \left| I \right|$$

Una acción tiene eficiencia mínima ($e = 0$) cuando no alcanza ninguno de sus objetivos, y tiene eficiencia máxima ($e = 1$) cuando $R = O$. El monto del resultado colateral o no deseado, sea beneficioso o perverso, puede definirse así:

$$k = \left| R \setminus O \right| / \left| I \right|$$

donde \ designa la diferencia entre conjuntos.

El complemento de k a la unidad es lo que Quintanilla llama «ajuste» (de medios a fines):

$$a = 1 - k$$

El ajuste de una acción es perfecto cuando $R = O$, en cuyo caso $a = 1$. Esto sugiere que los conceptos de eficacia y de ajuste, aunque a primera vista diferentes, son idénticos. Pero confieso que aún no he probado esta conjetura.

Finalmente, podemos estipular que una acción es tanto más racional (instrumentalmente) cuanto más eficaz (o ajustada). Obviamente, este concepto de racionalidad es amoral. Problema abierto: definir tanto el concepto de acción moral como el de acción racional.

METODOLOGÍA

Gnoseologías descriptivas y *prescriptivas*

Se ha puesto de moda reprochar a los filósofos de la ciencia que en lugar de describir cómo obran de hecho los científicos, prescriban reglas metodológicas ideales. Este reproche se justifica sólo cuando quien pretende prescribir no sabe ni siquiera describir correctamente.

Alguien tiene que ocuparse de las estrategias generales óptimas, es decir, de la metodología o estudio de los métodos más generales y exitosos en las diversas ramas de la investigación. Sin embargo, es verdad que para que una regla sea eficaz deberá basarse en generalidades adecuadas (verdaderas) acerca del proceso de investigación. En resumen, la gnoseología prescriptiva, o metodología, o praxiología cognoscitiva, debería basarse en la gnoseología descriptiva. Sólo así podrá ayudar a debatir o aun resolver algunos de los problemas científicos y técnicos de actualidad, en lugar de limitarse a hacer comentarios históricos.

Consideremos brevemente, por ejemplo, la controversia sobre la heredabilidad de la inteligencia, que desató Francis Galton en 1869. Es sabido que el debate entre hereditaristas y ambientalistas prosigue hoy día, y que suscita pasiones morales y políticas. Sin embargo, ninguno de los epistemólogos de moda ha contribuido a resolverlo. En particular, ninguno de ellos ha analizado la manera en que suelen definirse los conceptos de heredabilidad y de inteligencia, ni ha examinado críticamente el método al que más recurren los debatientes de ambos lados, a saber, el análisis de varianza.

Algunos científicos, en cambio, han hecho contribuciones importantes al tratamiento de estos problemas metodológicos. En particular, Oskar Kempthorne, experto en estadística genética, ha criticado el uso exclusivo de datos observacionales en este debate [véase «Logical, epistemological and statistical aspects. ..»], pese a saberse, desde comienzos de la ciencia moderna, que sólo la experimentación puede poner a prueba hipótesis causales rivales.

Kempthorne y luego Albert Jacquard [«Heritability»] también han criticado el uso del análisis de la varianza de un rasgo en una población como clave causal. Su argumento es simple y contundente: la varianza sólo mide la dispersión de datos en torno al valor medio. Esto es, la varianza (o dispersión media estándar) sólo es una medida de la diversidad, que los biólogos llaman equívocamente «variabilidad». Y no es ésta, sino la magnitud de un efecto atribuible a la variación o cambio de una o más variables independientes, lo que importa en consideraciones causales.

En otras palabras, la varianza no mide variación alguna, de modo que no puede apuntar a ningún factor causal. El paralelo con la correlación estadística es obvio: ésta sólo mide el grado de asociación de dos variables, tales como la extensión y la población de un país, ninguna de las cuales es causa de la otra (en cambio, la variación de una de ellas puede inducir cambios en la otra). En conclusión, no se ha probado ni puede probarse que el genoma cause inteligencia o idiotez, ya que la relación causal no rige entre cosas ni entre atributos sino entre eventos. Lo que algún día quizá se pueda probar es que tales o cuales modificaciones genéticas, acompañadas de ciertas condiciones ambientales, causan un aumento de la disposición a formar cerebros inteligentes en ciertos aspectos medibles.

¿Por qué ni carnapianos ni popperianos contribuyeron a este debate? Supongo que porque no les interesaba ni manejaban las herramientas estadísticas necesarias. También sugiero que una metodología que no sirve para que avance el conocimiento, o al menos para desbrozar el camino de la investigación, sólo tiene interés para historiadores de las ideas.

Formalismo matemático e interpretación fáctica

La escuela epistemológica llamada estructuralista (o semántica) se ocupa de los formalismos matemáticos de unas pocas teorías científicas elementales, pero no atiende a sus significados fácticos. Por consiguiente, trata de igual modo a una fórmula tal como «p.v = const», que aparece tanto en física como en economía, aunque con significados totalmente diferentes (presión-volumen y precio-cantidad, respectivamente). O sea, la escuela semántica elude la semántica de la ciencia.

Ocurre que la elude porque confunde dos conceptos totalmente diferentes de modelo científico: el que trata la semántica matemática (o teoría de modelos, que hoy es parte de la lógica), y el que se utiliza en las ciencias y técnicas de la realidad. En la primera, un modelo de una teoría abstracta no es sino un ejemplo de ella, como lo afirmó claramente Tarski en sus artículos fundacionales. Por ejemplo, el conjunto de los números enteros junto con la operación de suma es un modelo o ejemplo de la teoría de semigrupos, y el conjunto de las

rotaciones en un plano en torno a un punto fijo de éste es un modelo o ejemplo de la teoría de grupos.

En cambio, en las ciencias y técnicas fácticas se entiende por «modelo teórico» una teoría específica (por oposición a genérica) interpretada en términos fácticos. Braithwaite *[Scientific Explanation]* tuvo la buena idea de bautizaría con el nombre español «teorita». Ejemplos: una teoría (modelo teórico) del oscilador lineal, de la síntesis del agua, de una red social o de un mercado en equilibrio. Tales modelos, a diferencia de los que trata la teoría de modelos, son representaciones más o menos adecuadas (verdaderas) de cosas concretas o de procesos en ellas. Las cosas concretas o materiales y sus cambios son los referentes de las teorías fácticas, a diferencia de las teorías de la matemática pura, que no se ocupan de la realidad.

Examinemos brevemente el modelo estándar y elemental del péndulo simple. En este caso se parte de una teoría general (por ejemplo, la mecánica) *G* y se la enriquece con un conjunto *S* de suposiciones semánticas, un conjunto *A* de hipótesis auxiliares que delinean el referente (por ejemplo, el péndulo simple) y un conjunto *D* de datos (o de suposiciones empíricas), tales como los valores iniciales de la posición y velocidad. La unión de estas hipótesis y datos implica lógicamente las consecuencias (teoremas) que se buscan, tales como la fórmula para la amplitud angular de las oscilaciones, o sea, $a(t) = a_0 \cos wt$, donde $w = 2p/T = (g/L)^{½}$. En resumen, $G \cup S \cup A \cup D \vdash t$. En otros casos, sobre todo en biología y ciencias sociales, las teorías generales escasean, de modo que los modelos teóricos suelen construirse sin su ayuda. [Para la diferencia entre modelo ligado a una teoría general y modelo libre, véase Bunge, *Treatise on Basic Philosophy,* vol. *5: Epistemology and Methodology, I*].

En el caso del péndulo simple, la unión de G y *A* implica la ecuación básica a resolver:

$$\frac{d^2a}{dt^2} + v^2a = 0$$

Esta fórmula se deduce de la segunda ley de Newton aplicada al péndulo y haciendo la hipótesis auxiliar de que su amplitud angular a es pequeña, de modo que $sen\,a$ puede aproximarse por a.

Las hipótesis semánticas o interpretativas incluidas en 5 son, siempre en el caso del péndulo:

Int (t) = instante
Int ($a(t)$) = amplitud angular del péndulo en el instante t.
Int (g) = aceleración de la gravedad en el lugar del péndulo
Int (L) = longitud del péndulo

Sin estas interpretaciones, el formalismo matemático no se refiere a nada real: no es un modelo de un péndulo. Y todas las hipótesis semánticas precedentes, salvo la primera, adjudican una propiedad física del péndulo a cada predicado. (En el caso de un referente distinto, la correspondencia predicado-propiedad puede cambiar. Por ejemplo, si el referente es un oscilador lineal, entonces $w = (k/m)^{½}$, donde k denota la constante elástica y m la masa del oscilador.) Las demás hipótesis semánticas que intervienen en el modelo teórico derivan de las anteriores. Entre ellas figuran prominentemente las siguientes:

Int (da/dt) = velocidad angular
Int (d^2a/dt^2) = aceleración angular
Int (w) = frecuencia circular
mt (a_0) = ángulo inicial

En lo que antecede se ha presupuesto que el sistema de referencia es el ligado al cuerpo del que pende el péndulo, y se ha respetado la regla de homogeneidad dimensional. En una presentación axiomática hay que enunciar explícitamente esa hipótesis, y hay que aclarar cuáles son las dimensiones de las magnitudes básicas o primitivas (para un análisis de éstas véase el apéndice de este capítulo). Nada de esto se dice en los escritos de la escuela llamada estructuralista, los que tampoco nos dicen de qué cosas reales tratan. Por ejemplo, hablan de estados termodinámicos en sí mismos, y no de estados de cosas materiales, como se hace en las ciencias. (El estado de una cosa en un instante dado queda caracterizado por el valor instantáneo de la función de estado característica de la teoría.) Para peor, sólo tratan teorías clásicas simples y muy restringidas: nunca se animan con las teorías contemporáneas que

plantean las mayores perplejidades y suscitan las controversias filosóficas más intensas.

En resumen, la reconstrucción racional (o axiomatización) de una teoría científica debe ***a)*** respetar la teoría tal como es usada en la práctica y ***b)*** hacer explícitas las hipótesis semánticas que sugieren la formulación heurística y los ejemplos estándar [véanse M. Bunge *Foundations of Physics; Treatise on Basic Phylosophy*, vol. 1: *Sense and Reference*, y vol. 2: *Interpretation and Truth*, y M. Mahner y M. Bunge, *Foundations of Biophilosophy*].

Ejemplo: diagnóstico médico

Uno de los problemas metodológicos más peliagudos, y de mayor importancia práctica, es el de la naturaleza del diagnóstico médico. Quien se ocupe de él empezará por aprender que a menudo es difícil e incierto aun cuando es efectuado por un profesional competente. Esto es así al punto de que aproximadamente la mitad de los muchos millones de diagnósticos médicos que se hacen anualmente en Estados Unidos son falsos, con las consiguientes pérdidas de salud, dinero y tiempo.

¿A qué se debe esta incertidumbre? Creo que se debe principalmente a tres motivos. Uno de ellos es que la medicina científica, entendida como biotécnica, tiene menos de dos siglos, y
sólo uno de actuación eficaz fundada sobre la biología humana, la bioquímica y la farmacología. En efecto, hasta mediados del siglo xx sólo la cirugía, las vacunas, la fisioterapia y la quinina eran eficaces.

El segundo motivo de la dificultad del diagnóstico médico es que el cuerpo humano es un sistema complicadísimo (lo mismo vale, *mutatis mutandis*, para el diagnóstico de los males sociales). Tanto es así, que los síntomas que ve el clínico (en el caso particular de las dolencias sintomáticas) pueden ser efectos de causas remotas. Por ejemplo, la causa primera de un cáncer en un órgano puede ser un virus cancerígeno que ha atacado a otro órgano debido a un fallo de un componente del sistema inmunológico, de modo que el tumor observado es una metástasis del original, por lo cual su escisión no hará sino complicar el problema. En este caso, la cadena causal en cuestión es de la forma C_1 ® C_2 ® E, donde sólo C_2 y E han sido observados.

Tercero, y en consecuencia, el clínico, a diferencia del experimentador biomédico, suele abordar problemas del tipo: Dado un síndrome, adivinar sus causas factibles. Éste es un problema de tipo inverso y, como tal, rara vez tiene una solución única: habitualmente las soluciones son múltiples porque también lo son las causas posibles.

Dicho brevemente, un problema biomédico directo es del tipo: Dadas *C* ® *E* y *C*, encontrar E, donde ® simboliza la relación causal. Por ejemplo: encontrar en qué afecta a la conducta la ingestión de un fármaco psicotrópico suministrado en una dosis dada.

En cambio, un problema biomédico inverso suele ser del tipo siguiente: Dados el dato clínico *E* y las hipótesis causales plausibles C_1 ® *E*, C_2 ® *E*, ... , C_n ® *E*, encuéntrese la i-ésima causa que ha obrado.

También los problemas típicos de la técnica son inversos. Más precisamente, son de la forma: Dada una función deseada, encontrar un mecanismo eficiente para realizarla. Ejemplo farmacológico: diseñar una molécula que inhiba al gen que inhibe la proliferación de una célula de tipo dado (problema en vías de solución). Ejemplo de bioingeniería: diseñar una endoprótesis electrónica que conecte un centro motor del neocórtex con un servomecanismo que accione un lápiz, a fin de que un cuadraplégico pueda escribir (problema ya resuelto, gracias en parte a que los bioingenieros no creen en el alma inmaterial).

A propósito, en matemática un problema inverso puede carecer de solución. No ocurre así en las ciencias fácticas y en las técnicas, debido a que en ellas, a diferencia de la matemática, que ignora la causalidad, se supone que no hay efecto sin causa(s).

El hecho de que la mayoría de los problemas diagnósticos sean inversos, en los que interviene una multiplicidad de hipótesis plausibles, muestra la insuficiencia del empirismo médico y la correspondiente necesidad de imaginar y contrastar hipótesis alternativas con ayuda de pruebas múltiples [véase M. Bunge, *Scientific Research]*. Esta regla metodológica se funda sobre las siguientes suposiciones: ***a)*** el cuerpo humano es un supersistema muy complejo (dato ontológico); ***b)*** el examen clínico sólo suele revelar manifestaciones de procesos invisibles a simple vista (dato gnoseológico), y ***c)*** a su vez, estos síntomas

perceptibles pueden ser los últimos eslabones de una cadena causal originada en niveles inferiores (intercelular, celular, o incluso molecular).

La adopción del método científico, y el consiguiente abandono del empirismo, explica el éxito sensacional de la medicina en el curso del último siglo. Sin embargo, a los estudiantes suele enseñárseles la metodología hipocrática. Y en las facultades de medicina suele haber bioéticos, pero no metodólogos. Los costos de esta deficiencia en la formación del médico son incalculables.

FILOSOFÍA SOCIAL

Sociotécnicas y filosofía

Las ciencias sociales básicas, tales como la sociología, la economía y la politología, estudian científicamente hechos sociales. Otro tanto vale para las ciencias biosociales básicas, tales como la demografía, la antropología y la geografía. En cambio, las sociotécnicas estudian maneras de intervenir en lo social, ya para enderezar entuertos tales como la discriminación racial, ya para rediseñar instituciones caducas, ora para enderezar la conducta individual, ora para mejorar el bienestar o asegurar la paz. El derecho, la macroeconomía normativa, el urbanismo, la epidemiología normativa y la didáctica son otras tantas sociotécnicas [véase M. Bunge, *Las ciencias sociales en discusión*].

Las diferencias entre las técnicas sociales y las ciencias básicas subyacentes son obvias: las primeras diseñan políticas y planes de acción sobre la base de conocimientos suministrados por la investigación básica. Por ejemplo, un gobierno responsable elaborará su presupuesto no sólo en función de sus ingresos y planes, sino también de proyecciones demográficas y económicas. Y planeará hospitales y campañas de vacunación conformes a datos y proyecciones epidemiológicos.

Todo esto parece obvio, pero no es ampliamente conocido. Por ejemplo, la mayoría de los juristas y legisladores no creen que deban enterarse de asuntos tales como la relación directa entre productividad y salario, o entre delincuencia y desocupación, ni de la relación inversa entre

fertilidad y nivel de vida, o entre inversión extranjera e inestabilidad política. Para peor, es sabido que en todos los países avanzados hay programas sociales que se solapan o compiten entre sí, y que pocas veces se sabe qué resultado han tenido. En su mayoría, esos programas fueron improvisados al calor de campañas electorales. Son casos de artesanía política antes que de ingeniería social.

Lo mismo o peor vale para la mayoría de los planes de privatización de las industrias estatales concebidos y puestos en práctica en los países ex comunistas. Salvo excepciones (Alemania Oriental, Polonia, Eslovenia y parcialmente Cuba), han aumentado tanto la pobreza como las diferencias sociales. El fracaso de la mayoría de las privatizaciones se debe en parte a que fueron improvisadas y a menudo corruptas. También se debe en parte a la creencia de los planeadores, de que el capitalismo es el orden social natural, de modo que su implantación no requeriría una enérgica intervención estatal (contra lo que enseña la historia de los países industrializados).

Estos fracasos sugieren reforzar la conexión de las socio-técnicas con las ciencias sociales subyacentes, y que se examinen más a fondo los conceptos praxiológicos y técnicos clave de artefacto, plan, diseño, eficacia, proyecto piloto, experimentación social y evaluación. También sugieren que un programa social no puede ser eficaz a menos que cuente con apoyo de la opinión pública, para lo cual ésta debe estar persuadida de que el programa en cuestión es de utilidad pública, o sea, está dirigido a beneficiar a la mayoría. En otras palabras, un artefacto social debería diseñarse no sólo a la luz de los conocimientos pertinentes, sino también de normas morales.

Baste esto, por el momento, como argumento en favor de la intensificación de los estudios de filosofía de la sociotécnica [para más, véase M. Bunge, *Las ciencias sociales en discusión*].

La sociedad ideal

Es claro que, por definición, una sociedad ideal no es real sino utópica. Pero también parece obvio que muchas sociedades reales se han estado acercando, aunque con retrocesos momentáneos, a una sociedad ideal. Baste pensar en los países escandinavos, Holanda, Bélgica, Francia,

Italia, Japón, e incluso Estados Unidos (sobre todo en contraste con América Latina).

Me apresuro a advertir que no creo que pueda haber un proyecto único de sociedad ideal. No puede haberlo porque las distintas sociedades tienen tradiciones y recursos diferentes, y sus miembros no tienen todos las mismas aspiraciones y posibilidades. Así, por ejemplo, mientras los norteamericanos suelen ser individualistas y dados a experimentar nuevas formas de socialidad, los europeos suelen ser tradicionalistas y valoran más la solidaridad, la cohesión, el bien común y la acción estatal.

Sugiero que las características principales de una sociedad ideal son las seis siguientes: *igualdad calificada, libertad compatible con los derechos ajenos, solidaridad tanto espontánea como organizada, moralidad no dogmática, autogestión en todas las unidades sociales* e *idoneidad en la gestión social* [para detalles, véanse M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 8: *Ethics*, y *Las ciencias sociales en discusión*].

Finalmente, sugiero que la anomia es un indicador fidedigno del grado en que una sociedad se aparta de la sociedad que sueña cada cual. La anomia que siente un individuo puede definirse como la discrepancia entre sus aspiraciones *A* y sus realizaciones *R:*

$$a = |A \setminus R|$$

Entiendo por sociedad ideal la que es justa y sostenible, por proteger los derechos básicos y los deberes concomitantes, por estimular el progreso en la calidad de vida, gobernarse a sí misma y ser cohesiva. Dicho en forma negativa: en una sociedad ideal no hay privilegio injustificado, explotación, opresión, discriminación sexual o étnica, censura ideológica ni estancamiento.

La anomia media de un grupo social será entonces la sumatoria de las anomias individuales dividida por la población N del grupo. El complemento de este número a la unidad podrá tomarse como el grado de satisfacción del grupo en cuestión:

$$S = 1 - (1 / N) S_i a_i$$

Presumiblemente, la sociedad sueca está mucho más satisfecha que la argentina. Sin embargo, la presunción no basta: hacen falta datos.

Ejemplo: la distribución óptima

Uno de los problemas más difíciles e importantes de la filosofía social es el de escoger la distribución óptima de bienes y cargas sociales. Es dogma, tanto en economía como en ética, que la distribución más adecuada es la optimalidad de Pareto. Empezaré por intentar demostrar que no lo es, y luego propondré una alternativa.

Según Pareto, el estado óptimo de una sociedad, así como la eficiencia de una economía, es aquel en el cual nadie puede mejorar su posición sin que otro(s) la empeoren. Dicho de otro modo: mi ganancia equivale a tu pérdida. Si se prefiere, el «Juego» social óptimo es el de suma constante.

Irónicamente, este principio no individualiza ninguna distribución particular, porque es satisfecho por todas las distribuciones, tanto equitativas como inequitativas. En efecto, considérese una sociedad imaginaria que consta de dos individuos, entre los que debe distribuirse una cantidad C dada de bienes. Llamando A a lo que le toca a uno de los individuos, y B a lo que le toca al otro, el principio establece que $A + B = C$. Pero esta ecuación (diofántica) tiene una infinidad de soluciones. Por ejemplo, la satisfacen $A = B = 1/2$, tanto como $A = 1/10$ y $B = 9/10$.

Sugiero que el problema está mal planteado, porque en una sociedad real no se trata de repartir sólo bienes, sino también cargas. Dicho de otro modo, tenemos tanto derechos como deberes, como se recordó en la sección «Ética». También sugiero que la distribución óptima de bienes y cargas es aquella en que ambos son iguales. O sea, aquella en que lo que me toca equivale a lo que doy. Pongamos esto en términos matemáticos elementales.

Lo que doy es trabajo (w), tanto remunerado como doméstico, así como trabajo voluntario (v) por el bien común. O sea,

$$d = w + v \qquad [1]$$

En una sociedad solidaria, lo que recibo es una cantidad básica *b*, el mínimo vital, que incluye los servicios sociales gratuitos a los que tengo acceso, más una fracción *c* del valor *w* de mi trabajo remunerado:

$$r = b + cw \qquad [2]$$

Postulemos ahora que el estado social óptimo es aquel en que cada cual recibe tanto como lo que da. O sea,

$$r = d \qquad [3]$$

Sustituyendo [1] y [2] en [3], se deduce

$$c = 1 + (v - b)/w \quad \text{cuando } w \neq 0 \qquad [4]$$

Cuando $w = 0$, la condición [3] implica que $r = b = v$. O sea, quienes no están empleados se ganan el mínimo vital actuando en el voluntariado. Sugiero que esta solución es moral y socialmente superior a la regla paulina «Quien no trabaja no come», que es cruel en tiempos de desocupación involuntaria.

Esta solución del problema del reparto plantea a su vez otros dos problemas conceptuales, además del problema político de ver quiénes le pondrán el cascabel al gato. Uno es decidir si el coeficiente c debería o no ser igual para todas las ocupaciones. Otro problema es asegurar que la sumatoria de los r para todos los miembros activos de la economía baste para cubrir tanto los gastos sociales como los salarios mínimos vitales. Pero habrá que dejar estos problemas para otra ocasión.

CONCLUSIÓN

En este trabajo he argüido que hay por lo menos cinco ramas de la filosofía que, al igual que la ingeniería electrónica y la macroeconomía normativa, satisfacen la definición de «técnica» como «la ciencia de lo artificial» [véase H. Simon, «The Sciences of the Artificial»]. Esto nos ha llevado naturalmente a evocar la sociotécnica, o técnica de la gestión racional de los sistemas sociales, y la problemática ética que ella plantea. Todo lo cual es una manera de bajar a la filosofía de las nubes donde la había ubicado Aristófanes en su famosa comedia.

APÉNDICE: ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE MAGNITUD FÍSICA

El gran físico experimental P. W. Bridgman propuso explícitamente la difundida tesis operacionista en 1927. Según ésta, los conceptos físicos se definen por operaciones de medición. Por ejemplo, la regla graduada definiría el concepto de longitud, el reloj el de tiempo, y la balanza el de peso. Los filósofos positivistas, en particular Rudolf Carnap y Hans Reichenbach, adoptaron, elaboraron y difundieron esta tesis, que aún se encuentra en manuales científicos y en escritos filosóficos.

La tesis operacionista es falsa por varias razones. La primera es que una definición propiamente dicha es una operación puramente conceptual (si es explícita, es una identidad; si es implícita, es un sistema de postulados). La segunda razón es que no todas las magnitudes físicas son medibles: baste pensar en fases, potenciales y hamiltonianos. La tercera es que las magnitudes medibles suelen serlo mediante técnicas y aparatos diferentes. De modo que habría que hablar, por ejemplo, de tantos conceptos de masa como de técnicas de medición de la masa. (De hecho, algunos lo han hecho así, introduciendo el seudoconcepto de masa gravitatoria, que sería diferente de la inercial por medirse mediante balanzas. Pero ocurre que ninguna teoría física distingue ambas masas.) La cuarta razón es que, antes de diseñar una técnica de medición de una magnitud, es necesario saber de qué magnitud se trata, y sólo una teoría puede decirnos esto. La quinta razón es que los físicos teóricos, que son los encargados de introducir o refinar nuevas magnitudes, no proceden conforme a la receta operacionista. Veamos cómo proceden de hecho.

Toda magnitud física se define, explícita o implícitamente, en alguna teoría o familia de teorías. Por ejemplo, en mecánica de los medios continuos, la densidad de masa se introduce como concepto primitivo mediante un par de postulados, uno de los cuales es la ecuación general del movimiento. A su vez, el concepto de masa total se define como la integral de la densidad de masa sobre todo el volumen del cuerpo. En cambio, en la mecánica de las partículas puntiformes, el concepto de masa total es básico (no definido).

El que una propiedad sea un concepto básico o primitivo en alguna teoría no implica que sea inanalizable. Tomemos nuevamente como ejemplo el concepto sencillo de masa que figura en mecánica clásica de partículas. Denote $M(p, t, u) = m$ el valor teórico de la masa de una partícula p en un instante t, y calculado o medido en la unidad de masa m. Esto muestra que la propiedad masa es conceptualizada por la función

$$M_c: P \times T \times U \rightarrow R^+$$

donde $\times$ designa el producto cartesiano de los conjuntos P de partículas, T de instantes, U de unidades de masa, y R^+ de números reales positivos. La masa relativista se analiza en cambio como la función

$$M_r: P \times F \times T \times U \rightarrow R^+$$

donde F es el conjunto de todos los sistemas de referencia posibles.

Éstas son las funciones que representan la propiedad masa en las mecánicas clásica y relativista, respectivamente, del punto material. Se ve que, contra lo que afirmaron Thomas S. Kuhn y Paul K. Feyerabend, esos conceptos son «conmensurables» entre sí, o sea, comparables. En efecto, M_c es un caso particular (una proyección) de M_r.

Obsérvese también que en ambas funciones figura el concepto de unidad, ausente de las elucidaciones estructuralistas. Además, ni M_c ni M_r hacen referencia a operaciones de medición. Sería absurdo atar una teoría a un procedimiento determinado de medición.

Hasta aquí, dos conceptos teóricos de masa. El concepto de masa que se usa en un laboratorio físico es éste:

$$m_t(p, f, t, u) = m' \pm e$$

donde m_t y e denotan la técnica de medición y el error relativo, respectivamente. La expresión anterior puede leerse así: el valor medido con la técnica t de la masa de p, relativa al referencial f, al tiempo t, en la unidad u, es igual a m', a menos del error e.

Obsérvese que este concepto de valor medido incluye el concepto teórico «masa de *p*». Además, mientras que el valor teórico suele ser un número, el empírico suele ser un intervalo numérico [*m′ - e, m′ + e*]. Con refinadísima instrumentación y mucha suerte, el valor teórico m coincidirá con el valor medio *m′* de una sucesión de mediciones. Pero en general ambos valores serán diferentes. También suelen diferir los valores que se obtienen usando técnicas de medición diferentes. En resumen, los conceptos teórico y empírico son diferentes, y el segundo presupone al primero.

Otra diferencia importante entre las dos familias de conceptos se deriva de la diferencia entre magnitudes extensivas, como la longitud total, y magnitudes intensivas, como la densidad de masa. Una magnitud es extensiva si su valor para la suma física o yuxtaposición *a° b* de dos cosas *a* y *b* del mismo género es igual a la suma de los valores parciales: *M(a° b) = M(a) + M(b).* (En la mecánica relativista, la masa es levemente subaditiva, ya que hay que restar el defecto de masa, o masa correspondiente a la energía de combinación.)

En física teórica, las magnitudes intensivas suelen ser las más importantes, por ser primitivas (no definidas), en tanto que sólo las extensivas son medibles. Por ejemplo, la densidad de un fluido en un punto no puede medirse: se mide la masa de un pequeño volumen de fluido, y se la divide por este volumen para obtener la densidad media en ese volumen. Análogamente, no se puede medir la temperatura de un cuerpo en un punto de éste: lo que, se mide es la temperatura global del sistema compuesto por el cuerpo, o parte de él, y el termómetro, una vez alcanzado el equilibrio térmico entre los dos.

A propósito, los operacionistas sostienen que los cuerpos que no están en equilibrio térmico carecen de temperatura, que es como decir que el balancín no existe cuando está en movimiento. Esto los fuerza a ignorar la termodinámica y a ocuparse exclusivamente de la termostática. Lo que a su vez muestra que una filosofía falsa de la ciencia puede constituir un obstáculo al avance de la investigación científica.

En resumen, ninguna teoría física admite la receta operacionista para la formación de conceptos físicos. Todas las magnitudes que figuran en las teorías clásicas son funciones de la forma

$$M: A \times B \times ... \times N \to C^n$$

donde *C* designa, en general, el conjunto de los números complejos, y n es un número natural mayor que 0. En física cuántica, algunas variables, tales como el momento, la energía y el spin, no son funciones sino operadores definidos en espacios funcionales. Pero las densidades de estos operadores, o sea, las formas del tipo $y^* O p y$ son magnitudes propiamente dichas. Además, ninguna variable dinámica (mal llamada «observable») se «define» en términos de operaciones empíricas. Si así se hiciera, las teorías serían paquetes de datos, y no tendría caso contrastar valores calculados con valores medidos. lo interesante es compararlos, no intentar reducir los unos a los otros.

VEINTICINCO SIGLOS DE FÍSICA CUÁNTICA: DEL SUBJETIVISMO AL REALISMO

UN QUANTUM, O CUANTO, es una unidad básica, tal como el centavo en el sistema monetario mexicano, la carga eléctrica del electrón y el bit de información. Suele creerse que los cuantos son característicos de la física cuántica, y que ésta nació hace sólo un siglo. Me propongo refutar ambas afirmaciones.

El primero en descubrir cuantos no fue Planck sino Pitágoras, al estudiar las cuerdas del arpa en el siglo VI antes de la era vulgar. En efecto, Pitágoras descubrió que la frecuencia de una cuerda vibrante es igual a un múltiplo entero de una frecuencia (o armónica) fundamental.

De modo que no es verdad que la principal característica de los cuantones, o referentes de la teoría cuántica, sea que algunas de sus propiedades varíen de a saltos. Lo que les es peculiar es más bien que, salvo excepciones, carecen de valores precisos: son borrosas. Más precisamente, sus valores tienen distribuciones probabilistas. O sea, tienen más de un valor posible, cada cual con cierto peso, o tendencia a ocurrir.

Otra característica de la física cuántica es la atribución de propiedades físicas al vacío electromagnético. Éste es un campo fluctuante de intensidad media nula, pero que ejerce una fuerza sobre los electrones atómicos, causando su decaimiento a niveles energéticos inferiores.

Una tercera peculiaridad de los cuantones es que si alguna vez estuvieron juntos, nunca pierden del todo esta asociación: no son totalmente separables, por más que se distancien espacialmente.

Los cuantones son ciertamente entes extraños al sentido común, pero no son fantasmales y comparten algunas propiedades con los clasones. Una de ellas, y la más importante, es que existen independientemente de la

voluntad del observador, de modo que la física cuántica no requiere un cambio de la teoría realista del conocimiento ni de la lógica. Sí requiere, en cambio, una transformación de la ontología, tan profunda como las que exigieron en su tiempo la mecánica newtoniana, la física de campos y la biología evolutiva.

CUANTIFICACIÓN CLÁSICA

Cuantificación de la frecuencia: de Pitágoras a D'Alembert y Fourier

Es sabido que las enseñanzas de Pitágoras y sus discípulos son una mezcla de oro y lodo: de ciencia y mística. Una de las pepitas áureas de Pitágoras es su descubrimiento de que las frecuencias posibles de una cuerda vibrante son múltiplos enteros de una frecuencia o armónica fundamental, que depende del material y de la tensión de la cuerda. O sea, las frecuencias posibles de una cuerda vibrante son *n, 2n, 3n, ..., nn.* Las membranas y los sólidos vibrantes tienen propiedades parecidas. En todos estos casos, el mecanismo es el siguiente. En una cuerda (o membrana o sólido) sujeta en sus extremos sólo cabe un número entero de semiondas estacionarias.

En resumen, Pitágoras descubrió la cuantificación de las frecuencias de oscilación de los cuerpos elásticos. Importa subrayarlo para destronar el mito de que sólo objetos microfísicos exóticos tienen propiedades cuánticas. También las tienen los violines, tambores, cristales, vigas, puentes, y muchas otras cosas de gran tamaño comparado con los átomos.

El primero en construir un modelo matemático de un cuerpo vibrante fue D'Alembert (1747), el gran matemático y físico que, junto con Diderot, dirigió la famosa *Enciclopedia.* Dos siglos después, la ecuación que lleva su nombre sigue siendo una de las ecuaciones centrales de la física. Gracias a D'Alembert sabemos también que al rasgar una cuerda de violín con un arco se la puede hacer vibrar con una oscilación igual a la suma de vibraciones de numerosas frecuencias y amplitudes.

Con la luz sucede algo similar: las ondas luminosas monocromáticas son excepcionales: en general son sumas de ondas de frecuencias y

amplitudes diferentes. El caso de la luz blanca es extremo: está compuesta por ondas luminosas de todas las frecuencias capaces de estimular la retina. Éstos son ejemplos del llamado principio de superposición, que en realidad es un teorema y que también suele creerse, erróneamente, exclusivo de la teoría cuántica.

Si se incluyen todas las frecuencias posibles, la suma de las ondas en cuestión es una serie armónica o de Fourier, quien la inventó en 1822. De hecho, casi cualquier función o curva, oscilación u onda, puede analizarse como una serie (o una integral) de Fourier. Cada uno de los términos de ésta representa una onda estacionaria o vibración elemental, con una frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. Fourier culminó pues un proceso de invenciones y descubrimientos que empezó Pitágoras y retomó D'Alembert dos milenios después. Estos son ejemplos de lo que puede llamarse la ley de Merton (1968): Todo descubrimiento o invención tiene algún precursor. A su vez, esta ley ejemplifica la de Lucrecio: Nada sale de la nada.

Cuantificación de la carga eléctrica: de Faraday a Millikan

Al estudiar experimentalmente la electrólisis, Michael Faraday descubrió en 1833 que el efecto químico de una corriente electrolítica —o sea, la cantidad de materia depositada en un electrodo— es proporcional a la cantidad de electricidad que pasa. A su vez, vista a la luz de la teoría atómica de Dalton, se ve que esa cantidad es un múltiplo entero de cierta carga básica o elemental. O sea, la carga eléctrica está cuantificada. En 1911, Millikan descubrió que la unidad de carga eléctrica es la carga del electrón. Dicho de manera negativa: no hay electrones con carga fraccionaria.

Esto es tan sorprendente como lo sería el descubrimiento de que también hay una unidad natural de masa, de modo tal que la masa de cualquier partícula o cuerpo sería un múltiplo entero de la masa de alguna partícula elemental. No menos sorprendente es que la teoría cuántica aún no contenga un operador cuyos valores posibles sean múltiplos enteros de la carga del electrón. Éste es uno de los agujeros a rellenar. Si fuéramos buenos pitagóricos, construiríamos una teoría cuántica del campo eléctrico en la que la carga del electrón aparecería como el cuanto de electricidad.

Cuantificación de la energía: Planck, Einstein y Bohr

En 1900, Planck postuló que los cuerpos negros, tales como los hornos de microondas, no emiten ni absorben energía en cantidades cualesquiera, sino por gotas. Más precisamente, la cantidad de energía radiante de frecuencia *n* es un múltiplo entero de la cantidad básica de energía *hn*, donde $h = 6.626.10^{-27}$erg.seg designa la famosa constante de Planck. Una característica de esta constante es su extrema pequeñez. Otra es su universalidad: su valor no depende de la clase de materia.

Cinco años después, Einstein fue mucho más allá (para consternación de Planck). Postuló que todo haz electromagnético de frecuencia *n*, esté o no encerrado en una cavidad, tiene una energía igual a un múltiplo entero de *hn*, o sea, $E = nhn$. En otras palabras, un haz de radiación está compuesto por un número entero de fotones, o unidades del campo electromagnético. (Esto sólo vale para la radiación: no vale para los campos electrostáticos ni magnetostáticos.)

Es más, el fotón se parece a una partícula, en que posee un momento (igual a *hn/c*), como lo confirmó el efecto Compton (1923). Pero un haz de luz visible, de un ergio de energía, está compuesto por cerca de un trillón de fotones. No es de asombrar entonces que satisfaga las ecuaciones clásicas de Maxwell. La electrodinámica cuántica sólo hace falta para fotones y haces luminosos extremadamente débiles.

En 1911 Ernest Rutherford explicó los resultados de sus experimentos sobre la dispersión de electrones por átomos, imaginando que éstos están constituidos por un núcleo duro cargado positivamente, rodeado de electrones. Dos años después, Bohr se propuso matematizar este modelo y unirlo con las ideas de Planck y Enstein sobre la luz. Comprendió que, para lograrlo, tenía que agregar el postulado de que los estados estacionarios de un átomo constituyen un conjunto enumerable. Cada uno de estos estados estaría caracterizado por un número entero positivo, y correspondería a una órbita o trayectoria cerrada de un electrón en torno al núcleo.

Dicho en jerga técnica, Bohr postuló que en un átomo la acción (energía

× tiempo) está cuantificada: que es un múltiplo entero de la constante de Planck *h*. Esto implica que cualquier transición entre dos estados estables es discontinua: es un salto cuántico, en que el átomo gana o pierde la cantidad *hn* de energía, según que absorba o emita un fotón de la misma energía.

Dicho sea de paso, obsérvese que la expresión «salto cuántico» se ha incorporado al lenguaje ordinario.

El modelo microplanetario de Rutherford-Bohr fue inicialmente tan exitoso, y se hizo tan popular, que sigue siendo el logo de la física moderna, pese a haber sido superado hace setenta y cinco años. En efecto, ese modelo no es cuántico sino a medias, porque conserva las ideas clásicas de trayectoria, forma y tamaño precisos. Estas características se esfuman en la mecánica cuántica, aunque reaparecen gradualmente en el caso de los átomos pesados. En otras palabras, las propiedades geométricas de la materia no son fundamentales, sino que van emergiendo a medida que e] sistema se complica.

Variables clásicas y cuánticas

La teoría cuántica moderna fue construida por De Broglie, Heisenberg, Born, Jordan, Schrödinger, Dirac y unos pocos más entre 1924 y 1930. Esta teoría conserva los conceptos clásicos de espacio, tiempo, masa y carga eléctrica. En cambio, una de sus características es que carece de los conceptos clásicos de posición y momento lineal precisos, por lo cual tampoco retiene los conceptos clásicos de momento angular ni de energía. En lugar de éstos figuran operadores que actúan sobre la famosa función de estado Ψ formalmente parecida a la que en física clásica representa una onda, por lo cual también suele llamársela función de onda.

Este parecido formal sugirió al principio que la materia es ondulatoria: se habló de ondas materiales. En 1927, Davisson y Germer comprobaron experimentalmente que esto es efectivamente así en ciertas condiciones. Pero en otras condiciones sobresale el aspecto corpuscular. De modo que desde entonces se habla de la dualidad onda-corpúsculo. Esta dualidad es evidente en la ecuación $p = h/l$ debida a De Broglie. No es menos evidente en el microscopio electrónico (1933),

donde los electrones son disparados como balas y terminan difractándose como ondas. Aquello que describe la mecánica cuántica no es, pues, ni corpúsculo ni onda. Es algo *sui generis,* que yo llamo cuantón *(quanton* en inglés).

La dualidad onda-corpúsculo también se manifiesta en la desigualdad de Heisenberg, mal llamada relación de indeterminación (o de incertidumbre). Según ésta, la posición y el momento lineal tienen distribuciones cuyas varianzas (o dispersiones cuadráticas medias) son inversamente proporcionales la una a la otra: $\Delta x.\Delta p \geq h/4p$. O sea, cuanto más precisa es la posición (Δx pequeña), tanto menos preciso es el momento lineal (Δp grande). Si el cuantón está muy bien localizado, carece de una velocidad precisa; y si tiene una velocidad precisa, no está bien localizado. Por ejemplo, si se encierra un cuantón en una caja, llega a ocuparla íntegramente: carece de forma propia.

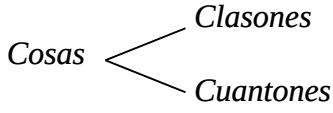
El momento angular $x \times p$ es acaso aun más extraño. En efecto, si una de sus componentes tiene un valor preciso, las otras dos son totalmente borrosas. Por consiguiente, el momento angular no es un vector (o tensor) propiamente dicho. Tampoco lo son el spin ni la velocidad en la mecánica cuántica relativista. Las flechas cuánticas son tan borrosas en ancho y en dirección, que no se parecen a flechas.

MATERIA EXTRAÑA

Clasones y cuantones

Lo que antecede sugiere la siguiente clasificación de los tipos de materia:

> *Clasones* (p. ej., intenso haz luminoso, molécula de ADN, célula, roca, planeta)
> *Cuantones* (p. ej., fotón, electrón, átomo, cuerpo negro, anillo superconductor)



En rigor, ésta no es una partición exacta, ya que hay cosas intermedias entre cuantones y clasones, tales como haces luminosos extremadamente débiles y moléculas de tamaño intermedio, como la del carbono 60. Suele llamárselas objetos mesoscópicos; también podemos llamarlos semicuantones, o semiclasones. Las cosas de este tipo son descritas por teorías semiclásicas (o semicuánticas).

Una característica de las teorías semiclásicas es que permiten construir imágenes. Por ejemplo, la trayectoria del electrón exterior de un átomo en un estado altamente excitado, o de Rydberg, puede imaginarse de dos maneras diferentes: ya como una órbita microplanetaria, ya como una onda estacionaria circular con un número de crestas igual al número cuántico principal.

Además de semiclasones (o semicuantones), hay cosas concretas o materiales, tales como organismos y sistemas sociales, que escapan a la física cuántica, mal que les pese a quienes creen que esta teoría es universal. Esas cosas escapan a ella no porque sean grandes, sino porque tienen propiedades suprafísicas, tales como la de estar vivo y la de regirse por normas que no derivan de leyes físicas.

Superposición y medición

El «principio» de superposición es el teorema según el cual si dos o más funciones son soluciones de una ecuación diferencial lineal, entonces también lo es su combinación lineal. En términos físicos: la superposición de estados simples (en particular, estacionarios) es un estado. Este teorema da lugar a ciertas perplejidades. Consideremos una de ellas: la de si es compatible con la ley (teorema) de conservación de la energía de un cuantón aislado.

Supongamos que cierto cuantón aislado no está en un estado estacionario, de modo que no tiene un valor único de la energía. Supongamos en cambio que tiene todo un conjunto de valores de la energía, cada cual con su peso (o probabilidad, o tendencia). Para simplificar, supongamos que sólo dos estados estacionarios (autoestados) de energía, E_1 y E_2, contribuyen al estado total, con probabilidades p_1 y p_2 respectivamente. En otras palabras, la distribución de la energía tiene dos picos, uno en E_1 y de altura p_1 y el

otro en E_2 y de altura p_2. O sea, el espacio de los estados tiene dos ejes, de modo que la función de estado es un vector con dos componentes.

Según Von Neumann (1932), si se mide la energía del cuantón, la superposición en cuestión se proyecta sobre el eje 1 del espacio de los estados con probabilidad p_1, 0 sobre el eje 2 con probabilidad p_2. En el primer caso, el experimentador hallará el valor exacto E_1, y en el segundo el valor exacto E_2. O sea, antes de la medición, la energía del cuantón no tenía un único valor preciso, sino dos valores, cada uno con su peso o probabilidad.

La medición «eligió» uno de ellos: el otro desapareció, y con él la probabilidad correspondiente. (Analogía clásica: se revolea una moneda, la que mientras está en el aire está en un estado que es la superposición de los estados «cara» y «cruz», con pesos iguales; al caer, queda sólo uno de los dos estados.)

¿Se conservó la energía del cuantón? La teoría contiene un teorema según el cual la energía de un cuantón aislado permanece constante. Pero el ejemplo considerado no cumple la condición del teorema, de que el cuantón tenga una energía precisa. Y mal puede conservarse una energía que carece de un único valor preciso. Además, la medición imaginada interfiere con el cuantón, al punto de reducir su función de estado, lo que infringe la condición de que el cuantón esté aislado. O sea, es una medición demoledora.

Este ejemplo sugiere que para medir la energía, y en particular poner a prueba el teorema de conservación de la energía, es preciso preparar adecuadamente al cuantón en cuestión. Más precisamente, hay que ponerlo en un estado de energía precisa, tal como el E_1 o el E_2 considerados hace un rato. Sólo así una medición podrá aseverar si la energía ha permanecido constante. Pero esta medición tendrá que ser no invasiva, como la que se hace en espectroscopia óptica. O sea, las únicas mediciones que consideró Von Neumann, que involucrarían la reducción instantánea y no causal de la función de estado, no sirven para poner a prueba los teoremas de conservación (constantes de movimiento).

La alternativa sería sacrificar los principios de conservación en el altar de Von Neumann. Pero tal sacrificio no sería grato ni siquiera a los

duendes de Copenhague. En efecto, las leyes de conservación se deducen de fórmulas que representan leyes naturales fundamentales. Si aquéllas fallaran, también fallarían éstas, y el universo sería totalmente caótico en el sentido ordinario de la palabra. (En efecto, de $B \Rightarrow C$ y $\neg C$ se sigue $\neg B$.)

ORTODOXIA Y HETERODOXIA

La interpretación ortodoxa o de Copenhague

Durante un tiempo, los padres de la mecánica cuántica calcularon funciones de estado ψ sin saber qué representaban. O sea, habían dominado la sintaxis de la teoría pero aún desconocían su semántica. Recién en 1927, Max Born propuso la interpretación probabilista que hoy se acepta, y por la cual recibió el premio Nobel. Ella reza así en su formulación ortodoxa: La cantidad $|\Psi(x, t)|^2$ es la probabilidad de *encontrar* al cuantón dentro del volumen unitario, situado en x cuando se mide su posición al tiempo t. Este postulado muestra, entre otras cosas, que el concepto de probabilidad es básico en la mecánica cuántica.

¿Qué sucede cuando no se efectúa una medición de posición? Según la interpretación habitual o de Copenhague, en este caso el cuantón carece de posición, ni siquiera dentro del elemento de volumen considerado. Esto parece obvio, ya que el postulado de Born habla de encontrar, y quien no busca no encuentra. En general, se dice que un cuantón no medido carece de propiedades: que sólo las adquiere cuando se las mide, lo que a su vez depende de la decisión del experimentador. Así es cómo se contrabandea el alma en la física.

La desigualdad de Heisenberg solía interpretarse así: se decía que las dispersiones Δx y Δp son efectos de las operaciones de medición de x y p, respectivamente. Por ejemplo, para localizar un átomo se lo ilumina con un fotón, el que aparta al átomo de su posición originaria al impartirle un momento extra. Pero esta interpretación presupone que los cuantones poseen una posición y un valor precisos antes de la medición, sólo que no se los conoce. También presupone que la causalidad rige al nivel cuántico. Y ninguna de estas presuposiciones congeniaba con la

filosofía positivista, en particular operacionista, que entonces reinaba sobre los físicos.

Para obviar estas objeciones, hacia 1935 Bohr y Heisenberg, junto con Born, Pauli y otros, propusieron la llamada interpretación de Copenhague, con la bendición del Círculo de Viena. Según ella, la medición de una variable no perturba su valor sino que lo crea. Dicho de manera negativa: mientras no es medido, el cuantón carece de propiedades. Por lo tanto, ni siquiera existe, a no ser como constituyente de una unidad sellada inanalizable: sujeto (experimentador)-objeto(cuantón)-aparato. Como dijera Leon Rosenfeld —el colaborador más estrecho de Bohr—, el experimentador «conjura» al electrón en un lugar dado o con una velocidad dada. Si no fuera por los físicos experimentales, no habría electrones, ni siquiera en sus propios ojos.

Esto valdría para todos los objetos físicos. Por ejemplo, la Luna no existiría mientras nadie la mirase. En general, el experimentador crearía el mundo a medida que lo fuera midiendo. «Ser es medir o ser medido»: ésta sería la versión contemporánea de la famosa fórmula del filósofo empirista inglés George Berkeley (1710), «Ser es percibir o ser percibido». Este principio antropomórfico es también el del operacionismo que expusiera Percy W. Bridgman en su *best-seller The Logic of Modern Physics* (1927).

Obviamente, esta hipótesis operacionista es antropomórfica e incluso mágica. No armoniza con el sentido común ni con la práctica científica, ya que ambos dan por sentada la existencia autónoma de los objetos naturales que estudian o manipulan. Además, el operacionismo es incompatible con el principio tácito de que la naturaleza se rige por leyes objetivas que preceden a los científicos, quienes procuran descubrirlas en lugar de imponerlas.

¿De dónde proviene ese componente antropomórfico de la interpretación de Copenhage? Creo que tiene dos raíces. Una es el hecho de que los efectos cuánticos no son perceptibles sin ayuda de amplificadores y otros instrumentos. Dichos acontecimientos ocurren en todas partes y en todo momento, pero sólo en el laboratorio se los puede detectar y producir a voluntad. Sin embargo, del hecho que el experimentador pueda «conjurar» efectos cuánticos no se sigue que éstos sólo ocurran en condiciones experimentales. La primera raíz del

subjetivismo inherente a la escuela de Copenhague es, pues, una mera falacia lógica.

La segunda raíz de la interpretación ortodoxa de la más heterodoxa de las teorías físicas es la filosofía positivista que reinaba entre los físicos en la época en que se forjó la mecánica cuántica. Ya en aquella época solía decirse que sólo existe lo que puede medirse, cuando de hecho la mensurabilidad sólo es condición suficiente de existencia. Volveremos a este tema hacia el final. Por el momento prosigamos con el problema de la diferencia entre la física cuántica y la clásica.

La controversia Bohr-Einstein: ¿quién tuvo razón?

En 1935, Einstein y Bohr sostuvieron una famosa discusión en ***Physical Review*** sobre la interpretación de la mecánica cuántica. Volvieron a discutir el tema en el volumen de P. A. Schilpp dedicado a Einstein, publicado en 1949. Ambas discusiones versaron en particular sobre las cuestiones de si las teorías físicas deberían representar la realidad tal como existe independientemente del experimentador (Bohr no, Einstein sí); de si la teoría cuántica es esencialmente completa (Bohr sí, Einstein no), y de si habría que intentar completar la teoría agregándole variables «ocultas», o sea, con varianza nula (Bohr no, Einstein sí).

Se cree comúnmente que Bohr ganó la discusión: que la teoría cuántica es completa y, sin embargo, no representa la realidad en sí misma, sino más bien las apariencias que crea o capta el experimentador. Sólo un puñado de herejes, encabezado por Louis de Broglie y David Bohm, al que más tarde se adhirieron John S. Bell y Luis de la Peña, pensaron en cambio que Bohr estaba equivocado y se dieron a la tarea de completar la teoría tal como lo había sugerido Einstein. En particular, Bohm le añadió una coordenada clásica de posición y el momento correspondiente, así como un potencial sui géneris. Éste representaba una extraña fuerza interna ausente tanto de la teoría cuántica estándar como de la física clásica. Veremos más adelante que esta tentativa fracasó experimentalmente tres décadas más tarde.

En mi opinión, cada uno de los gigantes en pugna, Einstein y Bohr, ganó la discusión en algún respecto y la perdió en otros:

a) Bohr tuvo razón al afirmar que la mecánica cuántica es verdadera sin añadirle variables «ocultas» (clásicas), pero no tuvo razón al sostener que la mecánica cuántica no describe una realidad independiente del observador.
b) Einstein tuvo razón al exigir que toda teoría física represente la realidad, al menos en primera aproximación, pero no tuvo razón al sugerir que era preciso «clasizar» la mecánica cuántica y, en particular, agregarle trayectorias precisas.
c) Ni Bohr ni Einstein tuvieron razón en lo que respecta a la completitud, ya que ninguna teoría fáctica (empírica), por exacta que sea, puede aspirar a abarcar todos los detalles de los objetos a que se refiere.
d) Ni Bohr ni Einstein caracterizaron adecuadamente los conceptos filosóficos de realidad y causalidad, pese a que eran centrales en su debate. Que es como discutir sobre la conciencia, la libertad y la justicia sin antes ponerse de acuerdo en el significado de los términos.

Además, en esa oportunidad Bohr le hizo pisar el palito a Einstein al convencerle, mediante un experimento mental, de que vale una «relación de incertidumbre» o desigualdad de Heisenberg entre la energía y el tiempo, o sea, $\Delta t.\Delta E \geq h/2p$. Pero no hay tal fórmula general, y ello por dos motivos. En primer lugar, en física cuántica el tiempo es una variable clásica («oculta»), es decir, $\Delta t = 0$. En segundo lugar, ninguna fórmula teórica moderadamente compleja, sobre todo si tiene una constante universal en lugar de un parámetro empírico, se infiere de análisis de experimentos, ni siquiera reales. En particular, las desigualdades de Heisenberg se deducen de los postulados de la mecánica cuántica, los que no hacen referencia alguna a mediciones, ya que son extremadamente generales.

CAUSALIDAD Y ATOMISMO

Causalidad y probabilidad, determinismo e indeterminismo

En física clásica, el azar emerge sólo en grandes agregados de cosas o de eventos de alguna especie, que se comportan individualmente de modo causal pero con independencia mutua. Ejemplos triviales: las moléculas en un gas de baja densidad y los accidentes automovilísticos en una ciudad. En cambio, en física cuántica el azar aparece no sólo

como cruce de historias independientes, sino también al nivel individual. Por ejemplo, cada átomo en un estado excitado tiene una cierta probabilidad de decaer a un estado de energía inferior en el curso del minuto siguiente.

En otras palabras, en física cuántica la función ψ de estado, que determina la probabilidad, no es derivada sino básica. Esto vale incluso para las teorías que, como la de Bohm, contienen variables dinámicas carentes de dispersión. Este hecho se concibe habitualmente como un triunfo del indeterminismo sobre el determinismo. Pero esta interpretación es incorrecta, ya que el indeterminismo propiamente dicho niega la existencia de leyes, mientras que la física cuántica se centra en leyes. Lo que ocurre es que casi todas estas leyes son probabilistas.

Nótese que algunas leyes cuánticas no son probabilistas. Ejemplos: los principios de conservación de la energía y del momento angular; las llamadas reglas que «prohíben» ciertas transiciones entre niveles atómicos, y el principio de exclusión, que niega la posibilidad de que dos fermiones (p. ej., electrones) de un sistema ocupen exactamente el mismo estado.

Por añadidura, los conceptos de azar y de causalidad aparecen juntos en expresiones tales como «La probabilidad de que la causa C produzca el efecto E es igual a p», que abundan en las teorías cuánticas de los choques y de la radiación. Por ejemplo, las fluctuaciones aleatorias del campo electromagnético en el vacío (sin fotones) causan la emisión «espontánea» de luz por electrones atómicos en estados excitados (efecto Lamb).

La mutua imbricación de la causalidad con el azar se ve claramente en la ecuación de estado, o de Schrödinger. En efecto, uno de los miembros de ésta tiene la forma Hψ donde el operador H de la energía representa el factor causal, mientras que ψ representa el factor aleatorio. En efecto, H contiene el potencial de las fuerzas (o causas eficientes), en tanto que, en virtud del principio de Born, el cuadrado de ψ es la probabilidad de presencia del cuantón en un volumen unitario.

Por estos motivos, en mi libro sobre la causalidad, de 1959, afirmé que es más correcto hablar de una ampliación del determinismo que de su

bancarrota. En la misma obra propuse una redefinición del concepto de determinismo, como legalidad, junto con el principio lucreciano de que nada sale de la nada.

Plenismo y atomismo: ¿cuál de ellos triunfó?

Otro mito es la creencia del triunfo del atomismo por sobre el plenismo de Aristóteles y Descartes. No hay tal cosa. En primer lugar, un campo electromagnético es un medio continuo: es una sustancia extensa, y no un conglomerado de corpúsculos. En segundo lugar, los núcleos atómicos, átomos, moléculas y cuerpos sólidos existen gracias a los campos que mantienen unidos a sus constituyentes. Solamente la energía de la radiación electromagnética ha sido cuantificada, pero la energía no es una cosa sino una propiedad.

En tercer lugar, la teoría cuántica básica no es la elemental, o mecánica cuántica propiamente dicha, sino la llamada segunda cuantificación. En esta otra teoría, los electrones y demás partículas elementales se entienden como cuantos del campo respectivo (p. ej., electrónico y electromagnético). Más aún, como ya se mencionó, esta teoría postula la existencia de un campo electromagnético residual, de intensidad fluctuante con promedio nulo, pero capaz de causar la emisión «espontánea» de un fotón por un electrón, así como otros efectos comprobados experimentalmente (p. ej., la fuerza de Casimir).

O sea, ciertamente hay corpúsculos, pero tienen un aspecto ondulatorio. Además, son cuantos de campos. La imagen resultante se parece un poco a la cartesiana, que también era una síntesis del plenismo aristotélico con el atomismo democríteo. Pero, naturalmente, la física actual, a diferencia de la cartesiana, no es puramente especulativa.

DOS PARADOJAS

El gato de Schrödinger ¿sigue medio vivo y medio muerto?

En 1935, Erwin Schrödinger, uno de los fundadores de la física cuántica, diseñó un experimento mental que, en su opinión, ponía en duda la solidez de la teoría. Se trata del famoso gato de Schrödinger,

que sigue suscitando acaloradas discusiones y dando de comer a un regimiento de filósofos. Consiste en lo siguiente.

Supongamos que un gato vivo es encerrado en una jaula de acero junto con una pequeña muestra de material radiactivo y un frasco que contiene un potente veneno. Basta que un átomo radiactivo se desintegre para que el frasco de veneno estalle, y mate al gato casi instantáneamente. Puesto que la desintegración es probable, la vida del infortunado gato pende del azar. Según la escuela de Copenhague, nada ocurrirá mientras el gato siga encerrado, ya que en este caso no será observado. Durante este periodo, el gato estará literalmente medio vivo y medio muerto.

O sea, la función de estado ψ del gato será una superposición (combinación lineal) de los estados vivo y muerto. Recién cuando el observador abra la jaula, esta suma se reducirá a uno de los términos: ya el que representa el estado vivo, ya el otro. No es que recién entonces se sabrá qué fue del pobre gato, sino que recién entonces el gato volverá a vivir plenamente o morirá. Esta fábula suele darse como ejemplo tanto del principio de superposición como del colapso o reducción de la función de onda como resultado de una observación.

Schrödinger, gran físico y ailurófilo, olió aquí a gato encerrado. Creyó que la teoría estaba errada. En mi opinión, la que está errada es la interpretación positivista (o subjetivista) de la teoría. Un realista formularía las objeciones siguientes. Primero, nadie sabe cómo describir un gato en términos cuánticos, o siquiera un sistema tanto más simple como lo es cualquiera de las proteínas que constituyen los bigotes del gato. Por lo tanto, escribir una combinación de las funciones del estado vivo con el estado muerto vale tanto como decir «Bla-bla es igual a ble-ble más bli-bli». La mecánica cuántica no se aplica a seres vivos, no porque éstos sean macrofísicos, sino porque poseen propiedades que esta teoría ignora. En particular, la teoría no explica por qué los gatos metabolizan y se reproducen, ni menos aún por qué les gusta cazar ratones y ronronear.

Segundo, hay una manera de averiguar qué pasa dentro de la jaula sin abrir su puerta ni interferir en modo alguno con el proceso, y es instalar una cámara cinematográfica que lo filme. Sólo a un adepto de Berkeley se le ocurriría que el destino del gato depende de dicha cámara, o de que

se abra o no la puerta de la jaula. El gato morirá o vivirá según se desintegre o no uno de los átomos radiactivos con los que fue encerrado. Y éste es un acontecimiento que ocurre en su núcleo atómico, el cual está bien protegido por la coraza electrónica que rodea al núcleo, por lo que el evento ocurre independientemente de lo que haga el observador.

(En 1996 se hizo un experimento aparentemente análogo, con un único átomo de berilio atrapado en una jaula electromagnética, y preparado un estado compuesto de dos estados básicos separados espacialmente por algunos nanómetros. Pero la analogía con el experimento mental de Schrödinger es superficial, ya que esos estados son microfísicos, de modo que nada tienen que ver con la vida y la muerte.)

En resumen, la paradoja del pobre gato sólo muestra que la interpretación de Copenhague es absurda. Ella no se presenta en la interpretación realista.

¿Zenón redivivo?

Hace veinticinco siglos, Zenón de Elea creyó demostrar la imposibilidad del movimiento. Hizo notar que para recorrer una distancia dada hay que recorrer primero la mitad, luego la mitad de la siguiente mitad, y así sucesiva e indefinidamente. Pensó que la suma de infinitas distancias debía ser infinita, y por lo tanto físicamente imposible. No se sabía entonces que hay series infinitas que convergen a valores finitos.

La interpretación de Copenhague se presta a una paradoja similar. Esta tiene un antecedente en el proverbio inglés «The watched kettle never boils», o sea, «La marmita vigilada nunca hierve». Cualquiera sabe que esto se refiere a la impaciencia. Pero un fanático de la interpretación de Copenhague tomará ese dicho en serio. Dirá que mientras la marmita no sea observada, estará en un estado que es igual a la combinación lineal de los estados «hierve» y «no hierve», análoga al estado del gato enjaulado. Y agregará que cuando la cocinera mire la marmita, esa suma se reducirá a uno de los dos términos. También dirá que ocurre otro tanto con la desintegración radiactiva y con el decaimiento de un átomo a partir de un estado excitado con la consiguiente emisión de un fotón.

Curiosamente, argumentos similares se han esgrimido en favor del llamado efecto anti-Zenón, o sea, que la marmita hierve más rápidamente si se la observa. Pero hasta ahora no se ha confirmado concluyentemente ninguno de los dos presuntos efectos.

Un realista formulará acaso las objeciones siguientes. Primero, la creencia en la eficacia causal de la mirada evoca la teoría griega antigua de la visión como emisión de luz por el ojo, refutada hace un milenio por Alhazén.

Segundo, ni el hervor de la marmita ni la desintegración radiactiva y el decaimiento atómico son eventos instantáneos, sino que resultan de procesos complicados que, por rápidos que sean a veces, insumen algún tiempo.

Tercero, las «observaciones» que se han alegado en favor de los efectos Zenón y anti-Zenón no son tales: son experimentos que perturban el estado de un átomo.

Cuarto, en las teorías que describen estos procesos no interviene observador alguno: éste es un parásito agregado por la filosofía positivista, según la cual todo cuanto sucede en el mundo es obra de algún observador.

En definitiva, la teoría cuántica no ha resucitado a Zenón. El mundo sigue andando pese a los filósofos subjetivistas y a los físicos seducidos por sus falacias.

RESURRECCIÓN Y MUERTE DE LAS VARIABLES OCULTAS

Bohm y BeIl

Como se recordó páginas atrás, en 1951 David Bohm, instado por Einstein, amplió los conceptos de la mecánica cuántica con dos variables «ocultas», o sea, carentes de dispersión: la coordenada clásica de posición y el momento lineal correspondiente. Bohm creyó que se trataba meramente de una reinterpretación, pero de hecho era una nueva teoría, puesto que contenía conceptos y fórmulas adicionales. Entre éstas descollaban las fórmulas de la trayectoria de un cuantón y de la

fuerza que sobre él ejercería una fuerza exótica que, por no ser medible, excitó la curiosidad de parapsicólogos y místicos orientales.

Bohm también creyó que su teoría era causal, cuando de hecho era, al igual que la teoría estándar, medio causal y medio probabilista. En efecto, retenía como básica la función ψ de estado, en lugar de definirla en términos de variables «ocultas». En cambio, la teoría de Bohm era realista: en ella no intervenía el experimentador.

La teoría de Bohm causó consternación entre los dogmáticos de Copenhague y entusiasmo en el campo realista, el que comprendía a Einstein y De Broglie, entre otros. También yo la adopté y expliqué en mis cursos, cuando Bohm respondió a mi satisfacción las treinta objeciones que le expuse. Mis alumnos la acogieron con igual entusiasmo, porque parecía explicar en forma causal algunos de los procesos que la teoría estándar trataba como cajas negras. En particular, la teoría parecía explicar la difracción de electrones en términos de la mencionada fuerza cuántica, que cambiaba rápidamente de lugar en lugar, causando rápidas oscilaciones del cuantón.

Los ortodoxos, en particular el temible Wolfgang Pauli, objetaron que la nueva teoría no explicaba el proceso de medición, que ellos pretendían haber explicado mediante el postulado de proyección, de Von Neumann. Pero ni ellos ni Bohm advirtieron la imposibilidad de construir una teoría general de la medición. En efecto, puesto que no hay medidores universales, tampoco puede haber una teoría universal de la medición. Cada dispositivo de medición exige su propia teoría. Es más, semejante teoría tiene que ser una fusión de fragmentos tomados de teorías cuánticas y clásicas capaces de hacer de puente entre lo microfísico imperceptible y lo macrofísico detectable.

Ciertamente, cada vez que se hace una medición exacta, la función de onda del objeto medido se reduce o proyecta, tal como lo postuló Von Neumann. De lo contrario, jamás se medirían valores exactos (a menos del error accidental). Pero esta reducción, por rápida que sea, no tiene por qué ser instantánea. Y el mecanismo de esta reducción no puede ser el mismo para todas las clases de medición.

En efecto, los distintos tipos de medición deberían ser descritos por distintos modelos teóricos, cada uno de los cuales debería invocar un

proceso distinto de la reducción causada por la interacción entre el aparato y el objeto observado. Por ejemplo, no es lo mismo medir una longitud de onda luminosa con un comparador, que medir la intensidad de una fuente radiactiva con un contador de Geiger. (El propio Pauli, apóstol de la interpretación de Copenhague, admitió que hay dos tipos de medición: perturbadora y no perturbadora.)

A Bohm se le agregaron otros físicos deseosos de restaurar tanto el realismo como la causalidad. Pero el debate se amortiguó hasta casi desaparecer al cabo de treinta años, porque no había datos experimentales decisivos en favor ni en contra de las teorías de variables ocultas.

Muerte de las variables ocultas: Aspect et alii.

En 1966, John S. Bell probó las desigualdades que llevan su nombre, y que imponen una cota superior a ciertas probabilidades. Ellas son justamente célebres por dos razones. Primera, porque, a diferencia de las demás fórmulas de la física, esas desigualdades se refieren a toda una familia de teorías en lugar de confinarse a una sola (son, pues, metateóricas). Segunda, porque permitieron ejecutar un experimento crucial para decidir entre la teoría cuántica estándar y esa familia de teorías semiclásicas.

Alain Aspect realizó en 1981 el más sensacional de tales experimentos. Todos ellos dieron el mismo resultado negativo: refutaron las desigualdades de Bell y, con ellas, toda la familia de las teorías, conocidas y por construir, que contienen variables «ocultas» (o de varianza nula).

Sin embargo, el debate no terminó aquí. En efecto, Aspect, posiblemente influido por la confusión de Einstein entre realismo y clasicismo, así como por el fenomenismo de su compatriota Bernard d'Espagnat, interpretó el resultado de su experimento como una refutación del realismo. Incluso la revista *Science* lo presentó así. En efecto, el presunto realismo no es otro que el clasicismo que había defendido Einstein. Un aspecto del clasicisimo es la exigencia de predictibilidad de cada acontecimiento individual, que Einstein (1935)

confundió con el realismo. Otro aspecto del clasicismo es la localidad, tal como la definió Einstein en 1949.

Obviamente, al falsear experimentalmente la desigualdad de Bell, Aspect y otros confirmaron la mecánica cuántica, que predice la desigualdad inversa. En particular, confirmaron la hipótesis cuántica de la realidad del azar, expresada, por ejemplo, por el postulado de Born acerca del significado de la función de estado, así como por cualquier fórmula sobre la probabilidad de transición entre niveles atómicos. Pero la hipótesis del azar objetivo no tiene nada que ver con el realismo. Ya Epicuro, tan realista como materialista, había postulado que los átomos se desvían espontáneamente de la línea recta.

La física clásica es local en el sentido de que lo que ocurre en un lugar se puede confinar a ese lugar, porque se supone que todas las fuerzas se debilitan rápidamente con la distancia. Una consecuencia de la localidad es la separabilidad: dos cosas que están inicialmente unidas se pueden separar hasta comportarse independientemente la una de la otra, porque las interacciones entre ellas se debilitan rápidamente al aumentar su distancia mutua.

En cambio, la física cuántica no es local y, por lo tanto, los componentes de un sistema no son separables: «Once a system, always a system». Por ejemplo, si un sistema se divide en dos partes que se alejan mutuamente a gran distancia, lo que se le hace a una de ellas repercute en la otra, como si ambas siguieran unidas. Se dice que las funciones de estado de los constituyentes están enredadas *(entangled).* El sistema se desmantelará solamente cuando al menos uno de sus constituyentes sea capturado por otro sistema.

Este es un hecho contraintuitivo, tanto como el aspecto ondulatorio de las «partículas», el efecto túnel y la sustancialidad del vacío. Pero resulta natural si se piensa que la teoría cuántica es una teoría de campos. En todo caso, la no-localidad es parte del paquete cuántico, tan desconcertante para el sentido común, como excitante para la imaginación científica. Al fin y al cabo, no es más extraño que la flotación de los barcos, la propulsión a chorro, el nacimiento de los fotones o la levitación electromagnética.

Apariencia y realidad

Los realistas sostienen a) que el mundo exterior existe independientemente del sujeto (tesis ontológica) y b) que la realidad puede y debe describirse y explicarse objetivamente (tesis gnoseológica). Los fenomenistas, en cambio, afirman que sólo hay fenómenos, o sea, apariencias para algún sujeto, o al menos que sólo ellas son cognoscibles, y que, por consiguiente, la función de la ciencia es describir las apariencias, en lugar de explorar la realidad tal como es, independientemente del sujeto.

Por ejemplo, puesto que vemos girar al Sol, y no a la Tierra, la astronomía planetaria debería ser geocéntrica y no heliocéntrica. Y, puesto que en un acelerador de partículas sólo se mide lo que entra en el blanco y lo que sale de él, habría que abstenerse de especular sobre las fuerzas en juego durante el proceso de colisión. O sea, habría que dejar de lado lo más interesante.

Algunos de los máximos héroes realistas son Demócrito, Aristóteles, Galileo, Boltzmann, Planck y Einstein. Los héroes fenomenistas son el astrónomo Tolomeo, los filósofos Hume y Kant, y los físicos Mach, Duhem y Bohr. ¿Por cuál de los dos partidos vota la teoría cuántica? Si se consultan los escritos filosóficos de Niels Bohr, del joven Werner Heisenberg, de Max Born, Wolfgang Pauli, Eugene Wigner, Bernard d'Espagnat y otros físicos famosos, resulta que ganan los fenomenistas. Si en cambio se examinan las fórmulas que manejan estos mismos físicos, resulta que pierden.

En efecto, en esas fórmulas figuran conceptos que denotan cosas y propiedades imperceptibles, tales como los de electrón, neutrino, número atómico, densidad de masa, carga eléctrica, estado (en particular estado fundamental), probabilidad, sección eficaz de colisión y valencia. En cambio, la teoría cuántica no se ocupa de apariencias o fenómenos, tales como colores, olores o ilusiones ópticas. Las apariencias se dan en el cerebro, no en el mundo físico. Por este motivo, ellas son estudiadas por la psicología y la neurociencia, no por la física. Por ejemplo, los físicos saben de frecuencias luminosas, no de colores, y los químicos

saben de moléculas, no de los olores que percibimos cuando las inhalamos. Desgraciadamente, los filósofos no suelen leer las fórmulas, sino comentarios filosóficos sobre ellas. Por esto, tienen tendencia a creer las «conclusiones» filosóficas erradas que los científicos dicen sacar de sus propios trabajos, cuando de hecho las aprendieron de filósofos.

En conclusión, la física no es fenomenista sino realista. Pero no es totalmente causal ni local: no es clásica. Por lo tanto, no es de extrañar que al intentar comprenderla en términos clásicos o intuitivos aparezcan paradojas.

Realismo cuántico

Como vimos anteriormente, la interpretación estándar, o de Copenhague, es antropomórfica, mientras que la práctica científica es realista. El realismo sostiene que las cosas físicas, y en general, el mundo exterior al investigador, existen de por sí. Esta tesis armoniza con el proceder del científico básico, quien da por sentado que las cosas que estudia existen de por sí, y procura minimizar y calcular las perturbaciones que puedan causar sus operaciones de laboratorio. No ocurre lo mismo con el técnico, quien se esfuerza por dominar trozos de la realidad, para lo cual debe diseñar puentes entre ella y nosotros. En resumen, mientras el científico procura conocer las cosas en sí mismas, los técnicos intentan diseñar cosas para (o contra) nosotros. En resumen, a diferencia de la ciencia, que es objetocéntrica, la técnica es antropocéntrica. Pero ninguna de ellas es fenomenista, porque las apariencias son circunstanciales, superficiales y engañosas.

Por ejemplo, en lugar de hablar de la probabilidad de *encontrar* al cuantón dentro del volumen Δv el realista dirá, con De Broglie, que la probabilidad en cuestión es la de que el cuantón *esté presente* en Δv. Y en lugar de decir que las varianzas Δx y Δp que figuran en la desigualdad de Heisenberg son efectos de mediciones, dirá que son dispersiones objetivas en torno a los respectivos valores medios.

Pero el realista no dirá que hay que optar por una de las dos interpretaciones de la probabilidad en cuestión. Ambas son legítimas en sus respectivos contextos. El teórico calcula probabilidades de

presencia. En cambio, las probabilidades medidas son, efectivamente, probabilidades de encontrar en un lugar dado lo que se busca con determinados medios. Estas probabilidades, a diferencia de las calculadas, dependen no sólo del objeto sino también de la técnica de búsqueda. De modo, pues, que las dos probabilidades son tanto conceptual como numéricamente diferentes.

La base de esta interpretación realista es la constatación de que *a)* la mecánica cuántica no es una mecánica propiamente dicha, ya que no incluye el concepto de posición puntual ni, por lo tanto, el de órbita; *b)* los axiomas generales de la mecánica cuántica no contienen variables referentes a experimentos ni, menos aún, a experimentadores, y *c)* las dispersiones (varianzas) en cuestión subsisten incluso en el caso del cuantón libre y, en particular, de un cuantón no sometido a acción experimental alguna.

Estas constataciones llevan a intentar formular la teoría cuántica sin invocar dispositivos experimentales ni, menos aún, experimentadores capaces de influir en resultados experimentales con sólo pensarlos. Yo creo haber probado en mi libro *Foundations of Physics,* de 1967, que tal formulación realista es posible sin caer en nostalgias clásicas. Además, tiene las siguientes ventajas: permite identificar y expulsar seudoteoremas tales como la presunta desigualdad de Heisenberg que involucra la energía y el tiempo, y demuestra que la teoría cuántica no hace uso de una lógica especial, ya que sólo usa teorías matemáticas cuya lógica subyacente es el cálculo de predicados clásico.

En años recientes, el profesor Héctor Vucetich y sus colaboradores han actualizado y refinado dicha formulación. Sin embargo, ésta es una tarea inconclusa: hay que extender esas re-formulaciones a la mecánica cuántica relativista, la electrodinámica cuántica y sus parientes. Hay que terminar de limpiar el ala de maternidad donde nació la cuántica, aprontándola para futuros partos de teorías aun más exactas y profundas que las actuales. Semejante aseo debería ser tanto matemático como filosófico.

En resumen, la física cuántica tiene veintinco siglos, no uno. Es más, y esto es lo más importante, esa teoría no se distingue por la cuantificación, propiedad también de cosas tan ordinarias como una viga elástica y una nube cargada eléctricamente. Acaso lo más característico de la física cuántica sea que describe adecuadamente cosas extrañas a la experiencia cotidiana: cosas carentes de posición, forma, velocidad y energía precisas, tales como electrones, fotones y el vacío electromagnético.

La física cuántica moderna nació casi al mismo tiempo que el positivismo lógico. Esta filosofía era más avanzada que las filosofías académicas coetáneas: intuicionismo, neokantismo, neohegelianismo, neotomismo, fenomenología, existencialismo y materialismo dialéctico. El positivismo lógico era entonces más avanzado por proclamarse científico (aunque de hecho no lo fuera), por continuar la tradición antiespeculativa del empirismo clásico, por exigir precisión conceptual y, en particular, por adoptar la lógica matemática, rechazada por las escuelas rivales. No es de extrañar entonces que fuera adoptado por casi todos los físicos de la época, en particular por los teóricos cuánticos, incluso por Bohr, aunque éste nunca se libró del todo de las brumosas cavilaciones de su compatriota Søren Kierkegaard.

Ocurrió así que la ciencia más avanzada del momento adoptó una filosofía obsoleta y, a su vez, pareció confirmarla porque las novísimas fórmulas científicas eran leídas en términos de esa filosofía. O sea, se dio el círculo vicioso

> Filosofía de la época $t\,-1$ ® Ciencia en la época t → Filosofía de la época $t-1$

en lugar de la hélice virtuosa

> Filosofía de la época t ® Ciencia en la época t ® Filosofía de la época $t\,+1$.

En su momento no se advirtió el principal rasgo retrógrado del positivismo lógico, a saber, su retención del subjetivismo y del

fenomenismo característicos de Berkeley, Hume y Mach. Este rasgo fue decisivo en la formulación de la interpretación de Copenhague, particularmente la tesis de que todo acontecimiento microfísico es producto de un acto de observación, de modo que toda probabilidad es la probabilidad de encontrar algo cuando se hace una medición.

Esta filosofía fue criticada por Einstein, De Broglie, Schrödinger, Planck, Bohm y otros. Los cinco favorecieron el realismo, el causalismo y el clasicismo. Desgraciadamente, ellos confundieron estos tres rasgos. Por consiguiente, la refutación de la desigualdad de Bell fue interpretada erróneamente como una refutación de esas tres tesis a la vez, cuando de hecho el realismo nunca fue afectado.

Es más, el realismo no puede ser afectado por ningún experimento físico. En efecto, un análisis de cualquier experimento de este tipo muestra que el experimentador da por sentada la realidad independiente de lo que se propone observar, medir o alterar, tanto como la realidad de sus dispositivos. De no ser así, no podría confrontar las predicciones teóricas con la realidad. En particular, no podría pretender que ha hecho algún descubrimiento: tendría que decir en cambio que lo ha inventado o construido todo. Lo que haría sospechar a sus colaboradores y colegas que está loco de atar.

En definitiva, la física cuántica ha cumplido veinticinco siglos, sigue dando sorpresas y continúa planteando problemas filosóficos. Y, lejos de haber derribado al realismo y al determinismo, los ha enriquecido. Lo ha hecho mostrando que el mundo es más rico y extraño de lo que aparenta ser; que la realidad no puede describirse adecuadamente en lenguaje ordinario, del mismo modo que una sonata no puede traducirse a palabras; que la causalidad se entrelaza con el azar, y que el descubrimiento de nuevos hechos va de la mano con la invención de nuevas ideas y nuevas técnicas experimentales.

> *Moraleja 1:* El científico que no mantiene al día su filosofía contamina su ciencia con una filosofía cadavérica.
>
> *Moraleja 2:* El filósofo o sociólogo de la ciencia que no está al día con la ciencia se condena a hablarles a los muertos y confundir a los vivos.

PSICOLOGÍA, NEUROCIENCIA Y FILOSOFÍA

UN POCO DE HISTORIA

Platón y los demás filósofos idealistas, al concebir las ideas como existentes por sí mismas —o sea, al despegarlas de la gente— condenaron tácitamente la psicología científica. Por el mismo motivo alentaron explícitamente el dualismo mente-cuerpo, que hasta nuestros días sigue siendo el principal escollo a la explicación neurofisiológica de la vida mental. En cambio, Aristóteles, al rechazar la teoría platónica de las ideas y al insistir en que la mente no existe por sí misma, sino que es la «forma» del cuerpo, alentó la investigación psicológica. Pero ésta fue, ya especulativa, ya puramente empírica, durante más de dos milenios.

Descartes, al reforzar el antiguo dualismo mente-cuerpo, mantuvo a la «ciencia del alma» dentro de la filosofía y la teología, incluso en una época en que la psicología médica seguía cultivando la tradición biológica y naturalista de Hipócrates y Galeno. El dualismo mente-cuerpo, en particular el paralelismo psicofísico de Leibniz, fue adoptado por Kant y sus seguidores, quienes además negaron que la psicología pudiese convertirse en una ciencia. En el siglo XIX fue adoptado por el pedagogo Johann Friedrich Herbart, así como por Alexander Bain, el fundador de *Mind*. El dualismo mente-cuerpo fue conservado incluso por Wilhelm Wundt, fundador del primer laboratorio de psicología, y por el famoso neurólogo Hughlings Jackson, el modelo del joven Freud (el Freud maduro, creador del psicoanálisis, adoptó la versión interaccionista del dualismo mente-cuerpo).

Los filósofos materialistas del Siglo de las Luces, en particular Diderot, Helvétius, D'Holbach y Priestley, rescataron la tradición naturalista. Pero algunos de ellos, en particular La Mettrie, adoptaron una cruda versión mecanicista del materialismo, que no reconocía la especificidad

de lo mental. Tan es así, que La Mettrie consideraba al ser humano como una máquina. Esta visión mecanicista de la mente, resucitada hoy día por la psicología cognoscitiva computacionista, se parece superficialmente al materialismo científico. Pero no lo es porque los humanos, a diferencia de las máquinas, no hemos sido diseñados con un propósito, sino que somos producto de una larga evolución natural y cultural, nos desarrollamos en medio de la sociedad, y nos caracterizamos por la espontaneidad y la creatividad. No somos autómatas programados por otros y para otros, sino que gozamos de alguna autonomía, tomamos iniciativas y a veces inventamos ideas originales.

Todos concuerdan en que la psicología experimental comenzó con la psicofísica a mediados del siglo XIX. Y todos sabemos que la investigación psicofísica pionera de Fechner fue motivada por su deseo de probar la tesis religiosa e idealista de la inmaterialidad del alma. Obviamente no la probó, aunque sólo sea porque la psicofísica clásica no investiga los procesos mentales superiores ni escarba en el cerebro. Sin embargo, el caso de Fechner ejemplifica las tesis de que a veces incluso una motivación equivocada puede arrojar buenos resultados, y que una filosofía explícita defectuosa puede coexistir en el mismo cerebro junto con una ciencia correcta.

Otro episodio interesante y similar es la formación de la escuela de la Gestalt (o psicología de la forma) a comienzos de nuestro siglo. La filosofía subyacente a esta escuela era imprecisa, holista (globalista) e intuicionista. Sin duda, el globalismo contiene un importante grano de verdad, a saber, que algunas totalidades poseen propiedades emergentes, de las que carecen sus partes. Lamentablemente, el globalismo arruina esta tesis verdadera al acompañarla de los dogmas de que el todo siempre precede a sus partes, y de que la emergencia es incomprensible con ayuda del análisis. Con todo, no puede negarse que los psicólogos de la forma o estructura abordaron problemas nuevos e interesantes, y propusieron hipótesis importantes, aun cuando algunas de éstas han sido refutadas recientemente (en particular, sabemos ahora que el análisis sensorial precede a la síntesis perceptual).

Otro claro ejemplo de interacción entre psicología y filosofía es el conductismo. En efecto, la filosofía inherente a esta escuela es el positivismo clásico de Comte, Mill y Mach. El positivismo es fenomenista, es decir, se circunscribe a la descripción del

comportamiento aparente. Por consiguiente, el conductismo *a)* niega la existencia misma de procesos mentales, o al menos niega la posibilidad de estudiarlos científicamente; *b)* se rehúsa a aprender de la neurociencia, la que trata de cosas y procesos en su mayor parte invisibles al ojo desnudo; *c)* desconfía de toda teoría, y *d)* se niega a explicar lo que observa. Por estos cuatro motivos, el conductismo es oscurantista aun cuando crítica el apriorismo y el idealismo. Sin embargo, estos defectos no les impidieron a Watson, Skinner y otros hacer importantes descubrimientos en el campo de la memoria y del aprendizaje, así como mejorar el rigor en la experimentación psicológica e inaugurar la terapia del comportamiento, que, aunque limitada, es exitosa.

EJEMPLOS CONTEMPORÁNEOS

Los tres casos examinados brevemente en la sección anterior —los de la psicofísica, la Gestalt y el conductismo— ilustran la tesis de que la investigación científica bien llevada puede superar la filosofía incorrecta que la ha animado. Los dos casos siguientes ejemplifican la tesis de que una filosofía incorrecta puede extraviar al investigador más ducho.

Nuestro primer caso es el de la investigación de procesos cognoscitivos con independencia de la motivación y la emoción. Esta separación es característica de la psicología cognitiva, en particular del informacionismo contemporáneo, que equipara la mente a un conjunto de programas de computadora. Evidentemente, dicha separación es sugerida por el racionalismo radical, que supone que la razón se basta a sí misma.

La separación entre conocimiento y emoción es incorrecta. En efecto, los maestros han sabido siempre que el alumno no motivado no aprende, y los psicólogos clínicos han descubierto trastornos cognoscitivos causados por alteraciones emocionales. Esto ha llevado a buscar conexiones anatómicas entre el órgano del conocimiento (la corteza cerebral) y el de la emoción (el sistema límbico). Por cierto que se las ha encontrado. Es más, se ha descubierto muy recientemente que las conexiones córtico-límbicas mueren en los enfermos de Alzheimer, quienes son incapaces de aprender.

El segundo caso es la influencia que ha ejercido el asociacionismo de Hume y Mill sobre la neurociencia. El asociacionismo es una doctrina netamente empirista, según la cual todas las ideas simples o primarias derivan de los sentidos, y las demás son asociaciones o combinaciones de las primeras. Es obvio que esta doctrina es refutada por la existencia de conceptos de alto nivel, tales como los de función, cero y átomo. Pero el hecho es que ha sugerido a los neurocientíficos la existencia del «área asociativa» del neocórtex, la que sería el órgano de la asociación de ideas. Durante años, nadie dudó de la existencia de esta área, pero todas las tentativas por localizarla fracasaron. Hoy día se la ubica en la clase de las ideas fracasadas, junto con el flogisto, el éter, el impulso vital y el alma.

Examinemos ahora el caso de la psicología informacionista, según la cual los procesos mentales no son sino procesos de transmisión o elaboración de información, en particular cómputos conforme a algoritmos. Éste es un caso más complejo que los anteriores, porque muchos creen que la filosofía subyacente al informacionismo es materialista, y esto simplemente porque equipara los cerebros a los ordenadores. Esta impresión es equivocada, porque los informacionistas insisten en la neutralidad de la información respecto de la materia de que está compuesto el procesador de informaciones (cerebro, máquina o incluso fantasma). La separación entre «ferretería» *(hardware)* neural y programa *(software)* es un ejemplo de dualismo, componente de todas las filosofías antinaturalistas y anticientíficas.

La psicología informacionista es abiológica, porque todo trozo de «software» humano se aprende, o sea, se graba en el cerebro. La única manera de borrar permanentemente del cerebro un conocimiento es eliminando quirúrgicamente la parte en la que está grabado. (Pero no se apresure el lector a eliminar sus recuerdos desagradables de esta manera radical. Casi todos ellos se borran al cabo de un tiempo al desmontarse espontáneamente los sistemas de neuronas cuya actividad específica consiste en recordarlos.) Más aún, la psicología informacionista contradice la hipótesis bien confirmada de que la motivación y la emoción interfieren (ya constructiva, ya destructivamente) con el aprendizaje.

La idea de que un trozo de «software» no es sino una colección de programas inmateriales es falsa incluso con referencia a los ordenadores, ya que todo programa está «incorporado» en un disco perfectamente material. Las reglas o instrucciones de cálculo no existen autónomamente, a la manera de las ideas platónicas. Lo que sucede es que, una vez que un programa ha sido concebido, podemos fingir que posee una existencia ideal, independiente de su creador o usuario. Lo mismo ocurre con todas las demás ideas. (Este es el núcleo de mi filosofía de la matemática, el ficcionismo moderado.)

A los efectos del análisis conceptual no importa el que tales «instrucciones» se «encarnen» en procesos neurofisiológicos, pautas electromagnéticas en discos, o papeles escritos. En efecto, la llamada ciencia de la computación, en particular la teoría de autómatas, es abstracta; en particular, no se funda sobre la física ni sobre la neurociencia. (En cambio, la disciplina que estudia la llamada inteligencia artificial es una rama de la ingeniería, descansa sobre la física y, en años recientes, hace uso creciente de la psicología fisiológica, precisamente para poder imitar mejor los procesos mentales.)

La biopsicología (o psicobiología, o neurociencia cognoscitiva) comprende a la psicología fisiológica, la neuroetología, la neurolingüística, la psicología evolutiva propiamente dicha, la psiquiatría biológica y la psicología del desarrollo individual vista como el estudio de la maduración del sistema nervioso en un medio social. El combustible filosófico que energiza a la biopsicología es la hipótesis de que todos los procesos mentales son procesos cerebrales. Esta hipótesis se denomina habitualmente «teoría de la identidad», pese a que aún no ha sido transformada en una teoría propiamente dicha, o sistema hipotético-deductivo.

La biopsicología científica nació en el siglo XIX: baste recordar los nombres de Johannes Müller, Pierre Flourens, Paul Broca, Charles Darwin, Carl Wernicke, Hermann von Helmholtz, 1. M. Sechenov, V. M. Bechterev e Ivan P. Pavlov. Es sabido que durante la primera mitad del siglo xx, ella fue eclipsada por el conductismo, la psicología de la forma, y el psicoanálisis. Es menos sabido que este eclipse fue parte del movimiento ideológico de reacción contra la filosofía materialista,

movimiento en el que tomaron parte neokantianos, neohegelianos, neotomistas, intuicionistas y positivistas.

Sin embargo, cuando volvió a emerger hacia 1950, la biopsicología lo hizo vigorosamente, y no ha dejado de crecer. Ha producido una plétora de resultados notables, tales como los de Wilder Penfield, Donald O. Hebb, Brenda Milner, James Olds, Hans-Lucas Teuber, Norman Geschwind, Mortimer Mishkin, Ronald Melzack, Larry Weiskrantz, y Ernst Pöppel, por mencionar unos pocos. La biopsicología ostenta ya tres premios Nobel: Georg von Békesy, David Hubel y Torsten Wiesel. Pero sus méritos principales son los de unir los distintos capítulos de la psicología, fusionar a ésta con la biología, y poner en práctica la hipótesis de que sentir, percibir y pensar son procesos cerebrales, no actividades de un alma inmaterial accesible a filósofos, teólogos, místicos y psicoanalistas pero no a científicos.

Hasta aquí hemos confirmado, con una lista de casos históricos, la tesis de que la psicología ha sido influenciada por la filosofía. Pero, desde luego, por más que alarguemos esta lista no lograremos demostrar que la psicología esté necesariamente comprometida con la filosofía, tanto más por cuanto la psicología ha sufrido el impacto de muchas escuelas filosóficas, desde el idealismo y el intuicionismo hasta el positivismo y el materialismo.

¿Podría ocurrir que esta dependencia de la psicología respecto de la filosofía fuese un indicador de su inmadurez científica? ¿No les sería posible a los psicólogos serios librarse de toda carga filosófica, buena o mala, como lo creen los positivistas y Popper? Intentaré mostrar a continuación que el ideal positivista de la neutralidad filosófica de la psicología (y de la ciencia en general) es ilusorio. Lo haré señalando que los psicólogos no pueden evitar utilizar un gran número de conceptos y principios filosóficos. Haré notar también que no pueden eludir algunos de los problemas filosóficos más importantes, tales como el problema mente-cerebro y la cuestión de la posibilidad de investigar objetivamente la experiencia subjetiva.

ALGUNOS CONCEPTOS FILOSÓFICOS QUE INTERVIENEN EN LA PSICOLOGÍA

Considérense las siguientes oraciones tomadas casi al azar. Déjese de lado la cuestión de si son verdaderas o falsas, y concéntrese la atención en los conceptos clave que figuran en ellas. De hecho, un análisis de la negación de los enunciados que siguen arrojaría el mismo resultado, a saber, que los psicólogos emplean conceptos filosóficos aun cuando no siempre lo adviertan.

1. Todos los procesos mentales son procesos neurofisiológicos.
2. Todos los vertebrados superiores son capaces de tener procesos mentales.
3. Todos los seres humanos son animales sociales y aprenden los unos de los otros.
4. Todas las funciones mentales cambian en el curso del desarrollo individual y de la evolución de las especies, al cambiar las conexiones neuronales.
5. Lejos de ser mutuamente independientes, las funciones mentales constituyen un sistema funcional.
6. La psicología contemporánea es una ciencia, si bien no es independiente ni madura.
7. La psicología clínica y la psiquiatría auténticas y eficaces se fundan en alguna medida sobre la investigación psicológica, del mismo modo que el charlatanismo psicoterapéutico o psiquiátrico se basan en psicologías seudocientíficas.
8. Los hallazgos de la investigación psicológica son trozos de conocimiento contrastable acerca de vertebrados superiores, en particular seres humanos.
9. Algunas teorías psicológicas comprenden conceptos borrosos, tales como los de inteligencia, conciencia, id (ello) y proyección.
10. El comportamiento humano satisface no sólo leyes naturales sino también ciertas normas o convenciones morales o legales, y actualiza ciertos valores.

Identifiquemos los términos filosóficos que figuran en las oraciones precedentes. Ante todo, los conceptos universales «todo» y «alguno», así como «o» e «y» (o la coma), se estudian en lógica. Lo mismo vale para «son» y para los conceptos de inferencia y de teoría. Ahora bien, la

lógica es parte de la filosofía, así como de la matemática. Puesto que el psicólogo emplea conceptos lógicos, y puesto que la lógica es la única ciencia que no presupone a ninguna otra, la psicología presupone a la lógica. Esto no implica que todos los psicólogos siempre razonen correctamente. Sólo sugiere que si desean hacerlo, y si desean efectuar análisis lógicos correctos, deberían prestar alguna atención a la lógica.

Los conceptos «acerca de» (o «se refiere a») y «borroso» (referente a conceptos) pertenecen a la semántica, vecina de la lógica. Lo mismo se aplica a los conceptos de significado y verdad. El hecho de que estos conceptos y sus parientes se presenten con frecuencia en el discurso del psicólogo no implica que éste deba estudiar semántica, tanto más por cuanto no existe una teoría semántica generalmente aceptada. Sin embargo, debería tener en cuenta que todas las teorías psicológicas plantean algunos problemas semánticos. En particular, debería preguntarse si ciertas oraciones tienen sentido, si la verdad es alcanzable al menos en alguna medida (pese a los «posmodernos»), o si ciertas oraciones representan hechos o bien son definiciones, tautologías o fórmulas de la matemática pura.

Los conceptos de proceso, ley, sistema y evolución, que también figuran en nuestra lista, son muy generales: no son propiedad exclusiva de alguna ciencia especial. Otro tanto ocurre con los conceptos de espacio y tiempo, de causalidad y azar, de vida y mente, de comportamiento y sociedad. Estos y muchos otros conceptos se analizan y sistematizan en la ontología (o metafísica), una de las ramas más antiguas de la filosofía. Naturalmente, el psicólogo no tiene por qué convertirse en ontólogo profesional. Sin embargo, no le vendría mal aprender algo de ontología, por ejemplo, cuando se pregunte acerca de la diferencia entre cosa y función, realidad y apariencia, tiempo psicológico y tiempo físico, o causalidad y azar.

Los conceptos de conocimiento, ciencia, seudociencia, y contrastabilidad pertenecen a la gnoseología (o «teoría» del conocimiento), otra rama de la filosofía. Idem los de hipótesis, confirmación, error, inducción, racionalidad y límites del conocimiento. Puesto que tanto los psicólogos como los filósofos se interesan por el conocimiento, sería deseable que trabasen conocimiento entre sí. En particular, podría ocurrir que los psicólogos encontrasen interesante (o

irritante) leer lo que han escrito los epistemólogos acerca del alcance de la inducción y la función de la deducción.

Finalmente, los conceptos de valor y norma (o regla) se estudian en axiología («teoría» de valores) y ética. Es sabido que ambos son centrales en la psicología del desarrollo y la psicología social, en particular la psicología del desarrollo moral. Pero también es sabido que son conceptos problemáticos que exigen reflexión metódica.

Hemos probado, pues, la tesis de que la psicología y la filosofía comparten algunos conceptos que, por añadidura, son importantes y son estudiados especialmente por filósofos. A continuación demostraremos que la psicología y la filosofía también comparten algunos principios.

ALGUNOS PRINCIPIOS FILOSÓFICOS INHERENTES A LA INVESTIGACIÓN PSICOLÓGICA

Someto a consideración de los lectores la tesis de que todos los principios filosóficos que enunciaré a continuación son adoptados por algunos, quizá casi todos, los investigadores en psicología científica. Aun cuando sólo algunos de estos principios obrasen en la investigación psicológica, ello bastaría para demostrar nuestra tesis de que la psicología contiene principios filosóficos, tanto más por cuanto la negación de éstos probaría lo mismo.

1. Muchos hechos, en particular hechos de tipo mental, son cognoscibles, aunque sólo sea parcialmente, imperfectamente y gradualmente.
2. Un animal (en particular un ser humano) puede conocer un objeto concreto sólo si ambos pueden conectarse mediante señales que el primero puede detectar y descifrar («interpretar»).
3. La experiencia ordinaria (o la intuición) es necesaria pero insuficiente para entender sistemas complejos tales como el ser humano y la sociedad humana: para ello también debemos valernos de la observación, del experimento y de la teoría.
4. La observación y el experimento deberían ser guiados por la teoría, y a su vez ésta debería ser puesta a prueba por datos observacionales o experimentales.

5. En las ciencias, la descripción es necesaria pero insuficiente: también deberíamos intentar explicar, a fin de entender. Igualmente, deberíamos hacer predicciones, tanto para contrastar nuestras hipótesis como para planear nuestros actos.
6. Explicar un proceso mental de una manera profunda y comprobable es poner al descubierto su(s) mecanismo(s) neurofisiológico(s).
7. Las hipótesis programáticas imprecisas, de la forma «La variable y depende de la variable x», así como las correlaciones estadísticas, no son resultados finales de la investigación. A lo sumo son puntos de arranque de proyectos de investigación y guían la búsqueda de leyes.
8. La psicología es una ciencia, no una rama de las letras, y es tanto biológica como sociológica (o sea, es una ciencia socionatural).
9. Las fronteras entre los diversos capítulos de la psicología son algo artificiales (o arbitrarias) y variables. Esto se debe a que cada uno de dichos capítulos estudia funciones específicas de una parte de un único sistema nervioso.
10. Es deshonesto inventar datos, proponer deliberadamente conjeturas incomprobables, publicar textos incomprensibles y utilizar psicoterapias o tratamientos psiquiátricos que no han sido convalidados experimentalmente.

No disponemos de lugar para defender o atacar estos principios, tarea que he acometido en otros lugares. Lo único que importa por el momento es que esas proposiciones y sus negaciones son filosófico-científicas porque a) contienen conceptos filosóficos y científicos, b) pertenecen a la filosofía (o metateoría) de la psicología y c) son adoptadas (o rechazadas explícitamente) por investigadores en psicología.

ALGUNOS PROBLEMAS FILOSÓFICO-PSICOLÓGICOS

Confeccionaremos ahora una lista de problemas que, por ser extremadamente generales y por referirse a la mente, al comportamiento, o a la ciencia de ambos, son tanto filosóficos como psicológicos.

1. ¿Qué es la mente: un ente inmaterial, una colección de programas, o una colección de procesos cerebrales, o acaso ninguno de éstos?
2. ¿Están relacionados la mente y el cuerpo? Si lo están, ¿cómo? ¿Son lo mismo o diferentes? Si lo primero, ¿cómo se explica que los describamos con ayuda de predicados tan diferentes? Si lo segundo, ¿son cosas, o la una es función del otro al modo en que la digestión es función del aparato digestivo?
3. ¿Puede la mente dominar o controlar al cuerpo? Si sí, ¿cuál es el mecanismo en juego?
4. ¿Hay fenómenos psicosomáticos? Si los hay, ¿son ejemplos de la misteriosa acción del alma inmaterial sobre el cuerpo, o pueden explicarse, al menos en principio, como procesos neuroendocrinoinmunes?
5. La emoción, el conocimiento (en particular la percepción y el aprendizaje), la voluntad y la acción ¿Son mutuamente independientes o interactúan? Si lo segundo, ¿cómo?
6. ¿Cómo cambian las emociones, ideas, recuerdos, imágenes e intenciones: por acción de estímulos externos (en particular sociales), por la dinámica cerebral o por ambos?
7. El libre albedrío ¿es real o ilusorio? Y ¿somos esclavos de nuestro genoma, de pasiones incontrolables, o de circunstancias externas?
8. La psicología ¿es idiográfica (limitada a particulares), nomotética (legal) o ambas a la vez?
9. La psicología ¿es una ciencia natural, social, o mixta?
10. La psicología básica o pura ¿es ajena a los valores y moralmente neutral? Y ¿qué sucede a este respecto con la psicología clínica, la psicología aplicada a la publicidad y a la política, la neurología y la psiquiatría?

Estos problemas están situados en la intersección de la psicología con la filosofía, puesto que contienen conceptos científicos y filosóficos. Por consiguiente, sólo pueden ser tratados con competencia con ayuda de herramientas y hallazgos de ambas disciplinas.

CONTROVERSIAS FILOSÓFICAS EN PSICOLOGÍA

Puesto que los psicólogos utilizan conceptos y principios filosóficos, y abordan problemas de interés filosófico, no debería sorprender que

adopten posturas filosóficas y ocasionalmente se vean envueltos en controversias filosóficas (aunque no siempre bajo este rubro). Sin embargo, la mayoría de los científicos rehuyen la controversia y no se detienen a examinar en profundidad o detalle sus propios credos filosóficos. Los positivistas y Karl R. Popper les han dicho que la ciencia y la filosofía no se solapan, y Thomas S. Kuhn ha sostenido que la controversia es más típica de la teología que de la ciencia.

Una consecuencia común de esta despreocupación por la filosofía explícita es la incoherencia entre teoría y práctica. Por ejemplo, Hermann von Helmholtz, uno de los fundadores de la psicología fisiológica, declaró su adhesión a Kant, quien había negado la posibilidad de la psicología experimental. Y Wilder Penfield, quien tanto hizo por renovar la psicología fisiológica y por confirmar la hipótesis de la identidad psiconeural, conservó el credo dualista y religioso que aprendió de niño. En resumen, la filosofía explícita de un psicólogo puede ser incompatible con la filosofía tácita inherente a su investigación experimental. Algunas controversias científico-filosóficas se originan precisamente en tales choques entre creencias tácitas y creencias explicitas.

He aquí algunas de las principales controversias filosóficas que se desarrollan en la comunidad psicológica contemporánea:

1. ¿Existe el mundo exterior al sujeto, o todo lo que hay es una construcción mental? En otras palabras, el sujeto ¿construye la realidad circundante o la modela? (Éste es parte del problema ontológico y gnoseológico del realismo.)
2. ¿Hay pautas psicológicas objetivas (leyes), o todos los fenómenos son accidentales? (Éste es parte del problema ontológico de la legalidad, y del problema gnoseológico de distinguir las pautas objetivas de las proposiciones que las representan.)
3. El psicólogo ¿debería limitar su labor matemática a unir puntos experimentales y a calcular correlaciones y otros parámetros estadísticos, tales como promedios y varianzas, tal como lo exige el credo positivista? ¿O también debería arriesgarse a proponer explicaciones causales, probabilistas o mixtas? (Este problema es tanto metodológico como ontológico.)
4. 4. Las teorías y modelos psicológicos ¿representan hechos mentales de manera más o menos fiel, o son meras

metáforas, analogías o incluso trucos retóricos? (Éste es un miembro de la clase de problemas gnoseológicos referentes a la relación entre ideas y hechos.)

5. Las ideas científicas ¿son procesos en mentes (o cerebros) individuales, son construcciones (p. ej., convenciones) sociales, o planean por encima de la gente? (Este problema es parte del problema ontológico mente-cerebro.)
6. ¿Puede haber hipótesis científicas verdaderas, al menos aproximadamente, o sólo hay convenciones aceptadas por la comunidad científica del día o impuestas por «el poder»? (Éste es parte del problema gnoseológico del realismo.)
7. El idealismo y el positivismo ¿están realmente muertos en psicología? Si siguen teniendo adherentes, ¿cumplen alguna función creadora, o son sólo limitantes? (Este problema es parte de la cuestión de identificar y evaluar las filosofías que subyacen a las diversas escuelas psicológicas. En particular, es parte del problema de diagnosticar y evaluar el retorno al subjetivismo, el relativismo y el irracionalismo a la moda en la filosofía y la sociología de la ciencia.)
8. ¿Puede rescatarse algo del naufragio del conductismo y del psicoanálisis? Y ¿tiene algo que enseñar la psicología «humanística» o de sillón?
9. ¿Deberíamos prescindir totalmente de las llamadas «grandes teorías» (o teorías de dominio muy amplio)? ¿O deberíamos admitirlas a condición de que puedan ser especificadas y contrastadas empíricamente? (Éste es el problema metodológico del tipo de teoría psicológica que deberíamos favorecer.)
10. Los modelos matemáticos ¿pueden capturar la variabilidad, mutabilidad y sutileza de la experiencia subjetiva? (Este problema es parte del problema semántico y metodológico de la relación de la matemática con la realidad.)

Cada una de estas preguntas ha sido contestada afirmativamente por unos y negativamente por otros. El propósito de recordarlas aquí no es averiguar cuál es la respuesta fundada y correcta. El propósito es mostrar que la ciencia, al igual que la ideología (en particular la teología), no está libre de controversias. Lo que si es verdad, contrariamente a lo que afirma Popper, es que la discusión y la crítica son secundarias con respecto al descubrimiento, la invención y la contrastación. El motivo salta a la vista: para poder discutir una idea o

ponerla a prueba hay que empezar por pensarla. También es cierto que, a diferencia de lo que sostiene la nueva sociología de la ciencia, las disputas científicas, a diferencia de las ideológicas, pueden conducirse de manera racional y pueden dirimirse honestamente a la luz de datos empíricos y argumentaciones lógicas.

RELEVANCIA DE LA PSICOLOGÍA PARA LA FILOSOFÍA

Afirmar que la psicología y la filosofía se solapan parcialmente equivale a decir que son mutuamente pertinentes. En particular, la investigación seria en la filosofía de la mente (rama de la ontología) y en la filosofía de la psicología (capítulo de la epistemología) requiere algún conocimiento de la psicología científica contemporánea.

Sin embargo, en la actualidad la mayor parte de los filósofos de la mente y de los filósofos de la psicología (entre ellos Chomsky, Davidson, Dennett, Fodor, Kripke, Popper, Putnam, Searle y los secuaces de Wittgenstein) se rehúsan a enterarse de la existencia misma de la psicología contemporánea, en particular la biopsicología. Imitan así a los escolásticos que se negaban a mirar por el telescopio de Galileo. Hacen gala de ignorancia voluntaria y de arrogancia intelectual. Para una persona con orientación científica, esta actitud anticientífica es intelectualmente irresponsable y estéril, cuando no enemiga del progreso. Con todo, convendrá poner a prueba esta opinión echando un vistazo a una muestra de problemas filosófico-psicológicos.

El más importante de estos problemas es, por supuesto, el antiguo problema mente-cerebro y, en particular, la cuestión de si los procesos mentales son neurofisiológicos. Los tradicionalistas sostienen a priori que tal reducción ontológica de lo mental a lo neural es imposible, simplemente porque la descripción de los fenómeno mentales en lenguaje ordinario no contiene predicados neurofisiológicos. Pero pasan por alto los datos suministrados por la psicología fisiológica, la neurolingüística y la neurología. Y no se les ocurre que tampoco la descripción en lenguaje ordinario de las cosas de uso cotidiano contiene predicados propios de la física y de la química.

Por añadidura, los críticos de la hipótesis de la identidad psiconeural no analizan el concepto de reducción. En particular no advierten que una reducción puede ser *ontológica* (*M* = *N*), *gnoseológica* (*M* se explica por *N*) o ambas. Ejemplos de la primera: la memoria es un engrama, y el olvido es la destrucción de un engrama. Ejemplo de la segunda: las deficiencias motrices y cognoscitivas que sufre el paciente se deben a que sufrió un derrame cerebral.

Sin embargo, la tesis ontológica de la reducibilidad de lo mental a lo neurofisiológico es inherente a la totalidad de la biopsicología. Es más, puede mostrarse que tal reducibilidad ontológica es compatible con la tesis de que la psicología no es totalmente reducible a la neurofisiología. Esto se debe a que ***a)*** los procesos neurales son influidos por las circunstancias sociales, y ***b)*** la psicología emplea conceptos, hipótesis y técnicas propios, que van más allá de la biología. En resumen, toda discusión seria del problema mente-cerebro exige alguna familiaridad con la psicología fisiológica contemporánea, así como con algunos conceptos técnicos de la filosofía moderna.

Otro viejo problema filosófico-psicológico es el de la intimidad de la experiencia subjetiva. Hasta hace unos años la única manera de averiguar qué «pasaba por la cabeza» de un sujeto era preguntándoselo. Pero este procedimiento no es confiable debido a la posibilidad de engaño, en particular de autoengaño. Además es incompleto, porque se limita a procesos conscientes que ocurren durante la vigilia. Los indicadores fisiológicos de actividad mental, en particular las técnicas de visualización ***(imaging)*** de la actividad cerebral inventados en años recientes, en particular el procedimiento de resonancia magnética (MRI), han dado acceso público, crecientemente amplio y profundo, a procesos cognoscitivos y afectivos que otrora se creían fuera del alcance experimental.

Por ejemplo, ahora podemos «ver» en una pantalla si un sujeto está viendo o imaginando, calculando o tomando una decisión. Y no hay argumento filosófico válido contra la posibilidad de mejorar tales técnicas, al punto de que algún día sea posible «leer» las emociones, las imágenes, los sueños y los pensamientos más íntimos de una persona. En una palabra, la subjetividad se ha tornado tema de investigación objetiva. Esto asusta tanto como maravilla. ¡Se acabó la intimidad!

Nuestro tercer y último ejemplo es la cuestión de si los ordenadores pueden imitar en todo a los cerebros. En el curso del último medio siglo, los filósofos funcionalistas, junto con la mayoría de los psicólogos cognoscitivos de fe computacionista y expertos en inteligencia artificial, han venido afirmando categóricamente la identidad esencial de cerebros y ordenadores, o de mentes y programas.

Esta afirmación no sólo ignora las limitaciones de los ordenadores y programas actuales, algunas de las cuales serán sin duda superadas. También ignora las objeciones siguientes: *a)* a diferencia de los ordenadores, los seres humanos pueden plantear problemas, dudar, criticar, creer, y autoprogramarse; *b)* a diferencia de los chips de ordenadores, las neuronas pueden actuar espontáneamente (en ausencia de estímulos), pueden ganar y perder dendritas y botones sinápticos, y pueden autoensamblarse en formas impredictibles; *c)* muchos procesos mentales, quizá la mayoría, no son combinatorios ni algorítmicos; *d)* el conocimiento, aunque distinguible de la motivación y de la emoción, es inseparable de éstas, y *e)* la existencia de modelos matemáticos de algunas funciones mentales no implica que el lego calcule todo lo que hace. (Paralelo: las ondas electromagnéticas se propagan conforme a las ecuaciones de Maxwell sin saberlo.)

En conclusión, quienquiera que desee atacar los problemas de la naturaleza de la mente y de la psicología debería empezar por informarse de lo que está pasando en la psicología contemporánea y, en particular, en su avanzada: la biopsicología. No hacerlo es dar muestra de conservadurismo, pereza o incluso deshonestidad intelectual. Además, es una pérdida de tiempo.

CONCLUSIÓN

Hemos mostrado que la psicología y la filosofía comparten algunos conceptos, principios y problemas. También hemos visto que la psicología contemporánea está siendo sacudida por ciertas controversias científico-filosóficas, o sea, que interesan a ambos campos. De esta manera hemos demostrado nuestra tesis de que la psicología y la filosofía no son independientes entre si. En otras palabras, se solapan parcialmente. Si se solapan, no están divididas por una frontera. Y,

puesto que la psicología es una ciencia, se sigue en general que no hay frontera entre ciencia y filosofía. (La misma tesis se demuestra examinando las relaciones de la filosofía con cualquier otra disciplina científica.)

Por consiguiente, la búsqueda de un criterio de demarcación entre la ciencia y la filosofía, que ha ocupado tanto al empirista Rudolf Carnap como al racionalista Karl R. Popper, es vana. Y si esta búsqueda es vana, podemos sospechar que se origina en concepciones erradas tanto de la ciencia como de la filosofía. Esta es una de las razones por las cuales el autor no ha podido seguir a Carnap ni a Popper, y ha debido emprender su propio camino, construyendo un sistema filosófico racioempirista, naturalista y sistémico, que espera sea compatible con la ciencia contemporánea [véanse los ocho tomos de M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy*].

Otro motivo de nuestra discrepancia con los positivistas y los popperianos es que ninguno de ellos cree en la relevancia de la neurociencia para la psicología. En efecto, ni siquiera están enterados de la existencia de la biopsicología ni, en particular, de que ésta es propulsada por la hipótesis de la identidad psiconeural. Una de las moralejas de esta historia es que los epistemólogos deberían estar al día con la ciencia si desean promover el avance de la ciencia en lugar de obstaculizarlo.

En resumen, los psicólogos no pueden esquivar a la filosofía porque nadan en ella. Sólo tienen la libertad de optar entre una filosofía correcta y fértil, o falsa y estéril. Sin embargo, los psicólogos no deberían limitarse a consumir filosofía y a hacerla clandestinamente: también deberían filosofar explícitamente y, en particular, deberían intervenir activamente en el debate sobre el problema mente-cerebro. La filosofía es demasiado importante para dejarla a cargo de filósofos prisioneros de doctrinas indiferentes a la ciencia cuando no hostiles a ella.

CIENCIAS SOCIALES: PROBLEMAS Y ENFOQUES

CIENCIAS Y TÉCNICAS SOCIALES

Entiendo por ciencias y técnicas sociales las disciplinas que estudian hechos sociales. Estos son hechos en los que intervienen por lo menos dos agentes, y cuya conducta está parcialmente determinada por sus relaciones con otros miembros de la misma sociedad, y que pueden afectarlos a su vez. El matrimonio y el divorcio son hechos sociales; en cambio, el amor es un asunto privado, aun cuando tenga raíces y consecuencias sociales. La producción industrial y el comercio son procesos sociales; en cambio, las decisiones que toman los productores o consumidores son procesos que, aunque influidos por su medio social, no son sociales, ya que ocurren en los cerebros de los actores. El poder es una relación social, ya que consiste en la posibilidad de modificar la conducta ajena. La historia de una empresa o de una nación es un proceso social, puesto que afecta a todo un grupo de individuos relacionados entre sí; en cambio, la historia de una vida no es un proceso social, aun cuando haya sido formada en parte por la sociedad y a su vez contribuya a modificarla.

Según esto, la sociología, la economía, la politología y la historia son ciencias sociales. En cambio, la biografía no es ciencia ni es social. Y la psicología es una ciencia mixta, tanto social como biológica, ya que estudia al individuo en su entorno social. También la demografía, la epidemiología, la antropología y la geografía son ciencias biosociales. A propósito, la mera existencia de estas disciplinas mixtas falsea la tesis idealista, en particular neokantiana y hermenéutica, de que las ciencias sociales son disyuntas de las naturales y por consiguiente exigen un método radicalmente diferente del método científico.

Las ciencias sociales —o, mejor dicho, los científicos sociales— se proponen estudiar lo social con el fin primordial de comprenderlo. En cambio, quien se interese por controlar o reformar la sociedad deberá agregar algo al conocimiento de lo social: deberá diseñar o rediseñar organizaciones, con las consiguientes normas, políticas o planes. Puesto

que el diseño es el núcleo de la técnica, quien hace diseño social fundándose en las ciencias sociales es un sociotécnico, y quien conduce o repara un sistema o un proceso social es un artesano social. La pedagogía, el derecho, la ciencia de la administración y la macroeconomía normativa son sociotécnicas. Ídem el urbanismo, la asistencia social y la epidemiología normativa. Estas técnicas son científicas en la medida en que utilizan conocimientos científicos. Por ejemplo, la ciencia de la administración utiliza conocimientos de la sociología de las organizaciones, y la macroeconomía normativa científica emplea no sólo resultados de la macroeconomía descriptiva, sino también de la politología y de la historia económica.

Además, mientras las ciencias sociales son ética y políticamente neutrales, las sociotécnicas y las artesanías sociales están ética y políticamente comprometidas, ya que la aplicación de muchos de sus consejos beneficia a algunos pero perjudica a otros. Digo que beneficia a algunos y no a todos porque hay medidas, tales como las que se proponen proteger el ambiente y a las personas, mejorar la salud y la educación públicas, minimizar la violencia y contener las epidemias, que benefician a todos aun cuando puedan ser inicialmente resistidas por los privilegiados que, debido a su codicia o ignorancia, se desinteresan por la suerte de prójimo.

En resumen, las ciencias sociales y biosociales, al igual que las naturales, se originan en la mera curiosidad. En cambio, las sociotécnicas, al igual que la ingeniería, se originan en una combinación de curiosidad con necesidad. En efecto, se ocupan de problemas prácticos, no meramente conceptuales. Pero la solución eficaz de un problema práctico de envergadura, tal como la pobreza, el analfabetismo o la delincuencia, requiere un estudio científico previo. De lo contrario se improvisa y despilfarra. Desgraciadamente, casi todos los políticos y funcionarios públicos practican el curanderismo social antes que la sociotécnica.

ONTOLOGÍA SOCIAL: TRES ENFOQUES DE LO SOCIAL

Todo hecho, sea social o natural, se enfoca desde algún punto de vista que, si es general, interesa tanto a la ciencia como a la filosofía.

Consideremos brevemente tres hechos sociales, situados entre los dos extremos de la escala: una transacción entre dos individuos (hecho microsocial), una innovación científica (hecho mesosocial), y el conflicto actual entre Estados Unidos e Irak (hecho macrosocial).

A primera vista, una transacción, sea civil, comercial o política, es un hecho privado que sólo atañe a los agentes involucrados. Pero, a poco que se la analice, se comprenderá que la transacción tiene lugar dentro de un sistema social, tal como una familia o un mercado, que se rige por reglas supraindividuales, tanto legales como morales. Por este motivo, se la juzgará como legal o ilegal, y como beneficiosa, perjudicial o indiferente a terceros. Hay, pues, al menos dos maneras de concebir una transacción: la individualista y la sistémica. También hay una tercera, según la cual los individuos en cuestión no son sino ciegas herramientas de que se vale la Sociedad, la Historia, o el Destino. Este último es el enfoque holista, globalista o estructuralista de lo social.

Según la concepción sistémica, toda transacción, aunque ocurra sólo entre dos individuos que actúan por cuenta propia, se inserta en un sistema social y, por lo tanto, se ajusta a las características estructurales de dicho sistema. Más aún, cada individuo actúa no sólo en su propio interés, sino también como miembro de las redes sociales a las que pertenece, en particular las formadas por sus parientes, amigos y conocidos. Sin el apoyo y control de estas redes, el individuo obraría de manera diferente. Por ejemplo, la persona sabe que si estafa en una transacción, corre el peligro de que la noticia cunda y ya no le quede a quien estafar. También sabe que si le hacen un favor, queda en deuda.

O sea, todo individuo que pretenda seguir perteneciendo a su grupo social cumple con los contratos que suscribe, ya con tinta indeleble, ya con tinta invisible, al entrar en contacto con otros miembros del grupo. No hay acciones sociales totalmente libres, así como tampoco somos esclavos totales del sistema. Todas nuestras acciones, todas nuestras vidas, son libres a medias y a medias forzadas. El individuo autónomo de Kant y los demás individualistas es tan ficticio como el individuo heterónomo de los conductistas y demás holistas. Todos somos miembros de sistemas sociales y, como tales, actuamos bajo el peso de la sociedad; pero a veces podemos reaccionar para modificar parcialmente la estructura del sistema.

Nuestro segundo ejemplo es el de la innovación científica. Ésta es un descubrimiento o una invención que se difunde en la comunidad científica. Los holistas, de Marx en adelante, han sostenido que quien piensa es la red o comunidad de investigadores, o aun la sociedad en su conjunto: son externalistas. En cambio, los individualistas se centran en el investigador individual e ignoran su contexto social. Los primeros olvidan que sólo los cerebros pueden pensar, y los segundos olvidan que nadie piensa en el vacío: que todos empezamos allí donde llegaron nuestros antepasados intelectuales.

La solución sistémica de este dilema fue formulada hace más de medio siglo por Robert K. Merton, el fundador de la sociología científica de la ciencia [véase The *Sociology of Science*]. Merton sostuvo que el investigador básico trabaja impulsado por dos motivaciones, una interna y la otra externa: la curiosidad y el reconocimiento de sus pares (o incluso la fama). Si no es curioso, no buscará, y por lo tanto nada encontrará. Y si no tiene la esperanza de ser apreciado por sus pares, no publicará ni participará en seminarios, simposia ni congresos. Por lo tanto, ambos modos de gratificación, el interno y el externo, se complementan: los investigadores, igual que los hermanos, cooperan entre sí en algunos respectos y rivalizan en otros. En suma, quien investiga es el individuo en su medio (equipo, red, comunidad), no el individuo aislado ni la sociedad como un todo.

Sin embargo, esto no basta para caracterizar la investigación básica, ya que todos actuamos en sistemas sociales y somos, ya estimulados, ya inhibidos por otros. El mismo Merton sostuvo que lo que caracteriza a la comunidad científica es un *ethos* muy particular. Sus notas típicas son éstas: universalismo, comunismo epistémico (propiedad común del conocimiento), desinterés y escepticismo organizado. No es casual que los posmodernos nieguen todo esto, y afirmen en cambio que todo conocimiento es local; que los investigadores, lejos de compartir sus resultados, luchan por el poder; que los anima el interés político o económico, y que, lejos de ser escépticos, se inclinan ante el consenso. Naturalmente, estas curiosas tesis no circulan en las facultades de ciencias, medicina, ni derecho.

Pasemos finalmente a considerar el conflicto actual entre Irak y Estados Unidos. A primera vista, no es sino una justa entre dos hombre fuertes, uno de los cuales intenta conservar su capital político, mientras el otro

desafía al nuevo Goliat para poder seguir oprimiendo y explotando al sufrido pueblo irakí. Pero todos sabemos que estos líderes no obran por cuenta propia, sino en representación de poderosos grupos de interés.

También sabemos que el conflicto va más allá de lo político: que en el fondo es un episodio más en la historia centenaria de la guerra por el petróleo. No habría conflicto si en Irak sólo hubiera arena y cabras. De modo, pues, que la visión individualista de este hecho social no es correcta. Los personajes de la tragedia, sin ser instrumentos de fuerzas suprasociales, inescrutables e invencibles, están atados a intereses económicos y políticos.

Tampoco sería correcta la visión holista según la cual Estados Unidos es el instrumento de que se vale la Historia para llevar el progreso al mundo islámico (como dijera Marx respecto de la relación entre Gran Bretaña y la India). Esta hipótesis es empíricamente tan incomprobable como la hipótesis de que todo ocurre por voluntad divina. La Historia no tiene existencia independiente de quienes la hacen. Sin embargo, el mito holista es tan difundido, que hace poco Tony Blair, el primer ministro británico, al iniciar la etapa final del acuerdo sobre Irlanda del Norte declaró que «sentía la mano de la Historia posada sobre su hombro».

Creo que, también en el caso de los conflictos políticos, la hipótesis correcta no es la holista ni la individualista, sino la sistémica. Según ésta, aunque tanto Bush como Hussein tienen intereses privados en el conflicto, actúan en nombre de sus respectivos grupos de poder. Sus intereses privados modulan los detalles del conflicto, tales como el calendario y la retórica, pero no lo provocan ni lo resuelven. Tan es así, que ambos líderes están constreñidos no sólo por las opiniones públicas de sus respectivos pueblos, sino también por las Naciones Unidas, organización impersonal que se guía por sus propias reglas y que tiene una agenda que, al menos en principio, no responde a los intereses de ningún grupo o nación en particular.

En resumen, no hay individuos aislados ni totalidades que sobrevuelen a los individuos: sólo hay individuos relacionados entre sí y que, en virtud de estas relaciones, constituyen, mantienen, reforman o desmantelan sistemas sociales, tales como círculos de amigos, empresas, y Estados. El enfoque sistémico es, pues, más realista que sus alternativas. No es

popular porque la realidad es muy impopular entre los teóricos holistas e individualistas.

EPISTEMOLOGÍA SOCIAL: TRES CONCEPCIONES DE LOS ESTUDIOS SOCIALES

Las tres concepciones más difundidas acerca de la mejor manera de estudiar lo social son la empirista, la idealista y la realista [véase, p. ej., M. Bunge, *Buscando filosofía en las ciencias sociales*]. El observador empirista, o positivista, caza y acumula datos, y a lo sumo se atreve a formular generalizaciones empíricas y correlaciones estadísticas. El idealista hace conjeturas acerca de los intereses y las creencias, intenciones y decisiones de los agentes, hipótesis que no se molesta en contrastar con los datos. Sólo el realista parte de datos o de hipótesis y los transforma en problemas, idea nuevas hipótesis para resolverlos, y diseña o ejecuta observaciones o experimentos para ponerlas a prueba. El positivista sólo se interesa por lo visible. Al idealista sólo le importa lo invisible. Sólo el realista intenta relacionar lo visible con lo invisible, a condición de que éste sea accesible vía indicadores claros y comprobables, tales como el producto interno bruto, indicador de la actividad económica de una nación, y el índice de Gini, indicador de la desigualdad de ingresos de una región. Y sólo el realista busca mecanismos sociales, tales como el conflicto, la cooperación, la división del trabajo, la segregación, la concentración de poder y la formación de coaliciones.

Veamos cómo funcionan las tres concepciones mencionadas en los casos considerados anteriormente. Empecemos por la transacción. Supongamos que me ven darle un billete de banco a una persona. El positivista se limita a registrar el hecho. El idealista de la escuela interpretivista o hermenéutica «interpreta» este hecho como le parece, sin molestarse por poner a prueba su «interpretación», la que no es sino una conjetura más o menos plausible. ¿Qué conjeturas se pueden hacer en ausencia de información accesoria? Tantas como dé la imaginación. Por ejemplo, se puede imaginar que doy el billete en pago por un servicio prestado, tal como asistir a una conferencia; que estoy pagando una deuda; que hago un pago a cuenta por un servicio a prestar; que pago bajo amenaza, etc., etc. Cada una de éstas es una hipótesis que

exige comprobación. Y ésta es difícil, y poco menos que imposible en el caso de personas que ya no viven.

Un buen ejemplo del proceso mesocial de innovación científica es el nacimiento de la teoría cuántica moderna entre 1924 y 1930. El examen más somero de este episodio le da la razón a Merton. Por lo pronto, dicha teoría es universal: vale tanto en México como en China. Segundo, nació del deseo desinteresado de explicar la existencia misma de los átomos y los fotones, imposibles según la electrodinámica clásica. Tercero, fue un esfuerzo cooperativo de unos pocos individuos que se comunicaban sus resultados entre sí a medida que los iban obteniendo. Cuarto, estos individuos buscaban la crítica de sus pares, así como de científicos de la generación anterior, en particular Bohr y Einstein. Y ninguno de ellos sospechó que la teoría terminaría por rendir frutos prácticos, tales como el microscopio electrónico, la bomba nuclear y la computadora electrónica. En resolución, los fundadores de la física cuántica actuaron tal y como lo afirma Merton, no los antimertonianos tales como B. Barnes, D. Bloor, H. M. y R. Collins, P. K. Feyerabend, H. Garfinkel, S. Hardin, K. D. Knorr-Cetina, T. S. Kuhn, B. Latour, M. Mulkay, T. J. Pinch, S. Restivo, H. Rose, S. Woolgar y demás miembros de la corriente anticientífica en los estudios de ciencia y sociedad [para críticas detalladas de esta escuela, véase M. Bunge, *La relación entre la sociología y la filosofía*].

Pasemos ahora al caso macrosocial del conflicto entre Estados Unidos e Irak. Por supuesto que hay que describir las acciones de los políticos, los despliegues de tropas y los sufrimientos de los iraquíes que no pertenecen al círculo áulico. El observador puede formar conjeturas sobre las intenciones de los actores, pero no tiene manera de comprobarlas, ya que sólo tiene acceso a los discursos de los políticos, y estos discursos ocultan tanto como revelan. Hay que intentar explicar sus actos. Y una explicación propiamente dicha consiste en poner al descubierto los mecanismos principales. En este caso, ellos son la lucha por el petróleo, por el control geopolítico de la cuenca del Golfo Pérsico, y por los intereses a corto plazo de las compañías petrolíferas y del actual gobierno israelí. La bolsa de valores y el surtidor de petróleo suministran mejores indicadores de los intereses en juego que el estudio psicológico a distancia de los personajes más visibles.

La moraleja es obvia: el positivismo es ramplón y el idealismo es especulativo. Sólo el realismo puede conducir a resultados científicos, al promover la investigación de los mecanismos invisibles del mundo visible.

EJEMPLOS: TRES PROBLEMAS SOCIALES

Abordemos ahora tres problemas sociales: la relación entre productividad y salud, el origen de las desigualdades sociales y el efecto de las inversiones extranjeras sobre el desarrollo nacional. Como se verá, estos tres problemas interesan tanto a la ciencia básica como a la sociotécnica y a la filosofía.

El primero de los problemas mencionados fue objeto de la conferencia que pronunció el historiador económico Robert W. Fogel al recibir el premio Nobel de economía. Ella se titula «Crecimiento económico, teoría de la población y fisiología: Impacto de los procesos a largo plazo sobre el diseño de políticas económicas». El tema está a caballo entre cuatro campos: demografía, epidemiología, macroeconomía y política socioeconómica. Esto basta para acuciar la curiosidad del epistemólogo, en particular porque falsea la creencia de que los distintos campos del conocimiento de lo social son autónomos.

El problema que abordó Fogel es el de la relación entre productividad y crecimiento económico, por un lado, y salud, por otro. Este es un tema tabú para los economistas, quienes sólo ven la relación entre productividad y técnica. Sin embargo, el análisis de los datos estadísticos sobre nutrición, estatura, peso y mortalidad muestra un cuadro más complejo y trágico. En la época de la Revolución Francesa, el consumo calórico medio de los trabajadores franceses era de 2.000 kilocalorías. O sea, estaban desnutridos. Esto explica que la estatura media y el peso medio de los hombres franceses fueran solamente 163 centímetros y 50 kilogramos, respectivamente. El 10% más pobre carecía de energía para trabajar, y el 20% siguiente sólo tenía la energía suficiente para hacer trabajos ligeros durante menos de tres horas diarias. Esto explica el hecho de que uno de cada cinco habitantes fuese mendigo.

El mejor predictor de los riesgos de morbilidad y mortalidad es el llamado índice BMI *(body mass index)*, igual al cociente del peso en kilogramos por el cuadrado de la estatura en metros. El gráfico mortalidad/BMI tiene forma de *U*. La mortalidad es máxima para valores altos y bajos del BMI, o sea, para flacos altos y gordos bajos. Es mínima para BMI = 25 kg/m^2. O sea, el peso medio óptimo es 25 veces el cuadrado de la estatura. Este resultado fue confirmado por un amplio estudio epidemiológico del que da cuenta la revista *Science* el 29 de mayo de 1998.

En resolución, una persona mal formada debido a una nutrición deficiente vive poco, se enferma a menudo y produce poco. Si los economistas del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial supieran esto, acaso no aconsejarían recortes en los servicios de salud pública. Cuerpo sano en república sana.

Acabamos de ver algunos resultados biológicos de la desigualdad socioeconómica. ¿Cómo se distribuye ésta geográficamente? Un estudio reciente sobre el tema es el de Deininger y Squire, publicado en la *World Bank Economic Review*. Esta investigación arroja un resultado que sorprenderá a más de un latinoamericano, a saber, que América Latina es la región donde impera la mayor desigualdad de ingresos. (El estudio excluye a la Argentina porque las estadísticas argentinas incluyen consumos pero no insumos: todavía no hemos llegado al índice de Gini, inventado en 1912, el año que naufragó el Titanic. Por lo tanto, los argentinos no sabemos con exactitud qué efecto han tenido medio siglo de prédica justicialista ni una década de práctica neoliberal.) En lo que respecta a la justicia social, los latinoamericanos estamos peor que África, la que a su vez está peor que Asia. A ésta le siguen Norteamérica y Europa Occidental. Con todas sus taras, el ex Imperio Soviético era la región con menor desigualdad social [véase J. K. Galbraith y M. Berner (comps.), *Inequality and Industrial Change*].

¿Cuáles son los mecanismos que producen la desigualdad social, en particular la desigualdad injusta, la que perjudica a los excluidos al impedirles el acceso a bienes que son o podrían ser públicos? El conocido socioeconomista e historiador social Charles Tilly le ha dedicado un libro importante, *Durable Inequality*, a este tema central. En él propone cuatro mecanismos de formación y perpetuación de desigualdad social, ninguno de los cuales es biológico, en particular

genético. Ellos serían la explotación, el acaparamiento de oportunidades, la emulación y la adaptación.

Explota quien se aprovecha del prójimo. Un ejemplo clásico es el contrato de trabajo sin supervisión sindical ni estatal. Ya lo notó Adam Smith. En su monumental *The Wealth of Nations*, de 1776, Smith escribió un párrafo que los neoliberales se cuidan de citar. Dice así: el salario que devenga el trabajador depende del contrato que haga con su patrón; «pero no es difícil prever cuál de las dos partes será la aventajada en la disputa en toda ocasión, y forzará a la otra a aceptar sus condiciones. Los patrones, por ser menos en número, pueden combinarse entre sí mucho más fácilmente; además, la ley autoriza, o al menos no prohíbe, sus combinaciones, en tanto que prohíbe las de los trabajadores». En definitiva, el libre contrato es una ficción, a menos que rija entre iguales.

Acapara oportunidades de empleo o de ganancia quien aprovecha la oportunidad para erigir una valía en torno a su grupo o a su propiedad para excluir a los demás y así imponer sus propias condiciones. Por ejemplo, la familia inmigrante que domina un oficio calificado poco ejercido en su nueva tierra se rodea de compatriotas y juntos forman una suerte de mafia que monopoliza el oficio. Si el grupo prospera, explota a otros que trabajan en el mismo ramo. Al combinarse los dos mecanismos de desigualdad, ésta se hace perdurable e incluso hereditaria. (Con las naciones ocurre algo similar: las que se especializan en productos manufacturados que requieren técnicas avanzadas pueden acapararlos en el mercado mundial, al menos por un tiempo, e intercambiarlos ventajosamente por materias primas y productos agropecuarios de mucho menor precio. También en este caso la desigualdad puede perdurar.)

Los otros dos mecanismos estudiados por Tilly, la emulación y la adaptación a nuevas circunstancias, son obvios y a ellos recurrimos todos los vertebrados superiores. Pero la diferencia entre el hombre y los demás animales es que entre nosotros el resultado es la aparición o el mantenimiento de barreras sociales, con la consiguiente lucha por el poder. Es verdad que hay otros primates, tales como los babuinos de pradera, que se organizan jerárquicamente y se disputan el poder. Pero en su caso, el poderoso es desafiado constantemente, mientras que en el nuestro, las relaciones de poder económico rigen entre individuos con

medios tan dispares, y están sometidas a controles legales, políticos y culturales tan eficaces, que se tornan perdurables.

Finalmente, abordemos un problema candente: el de si las inversiones extranjeras promueven el crecimiento económico de los países periféricos. Tanto el sentido común como la ideología neoliberal dicen que la inversión extranjera es beneficiosa para ambas partes. Pero la investigación del problema, que se ha venido haciendo sólo durante las dos últimas décadas, pone en duda esta opinión intuitiva. Veamos.

El efecto inicial de una inversión extranjera es, en efecto, positivo: crea algunos puestos de trabajo, transfiere técnicas, y contribuye a difundir una visión moderna del mundo o, al menos, estimula el consumo de productos anteriormente desconocidos en el país. Pero estos efectos benéficos son temporarios, así como marginales en comparación con los efectos perversos permanentes. Entre éstos parecen figurar la desocupación, la sobreurbanización, el aumento de la desigualdad de ingresos, la inquietud social y, por supuesto, el refuerzo de la dependencia nacional [véanse W. J. Dixon y T. Boswell, «Dependency, Disarticulation and Denominator Effects ,y J. Kentor, «The Long-Term Effects of Foreign Investment Dependence on Economic Growth»]. Las correlaciones estadísticas son claras: las inversiones extranjeras masivas frenan el desarrollo. Pero aún no se conocen los mecanismos sociales subyacentes. Y sin adivinar mecanismos es imposible dar explicaciones propiamente dichas.

Finalmente, nótese que ninguno de los autores de los estudios citados sigue a los clásicos. En particular, esos estudiosos no son marxistas ni weberianos. Son, simplemente, científicos del siglo XX, época caracterizada por problemas sociales nunca experimentados antes, tales como las guerras mundiales, la sobrepoblación, la desocupación masiva y crónica, la gran concentración del poder económico y político, el conflicto Norte-Sur y el deterioro ambiental causado por el sobrecultivo, desconocidos o descuidados tanto por Marx como por Weber. Quien sólo estudia a los clásicos no hace ciencia sino historia de las ideas.

CONCLUSIONES

Nuestro análisis de los problemas sociales de marras no ha sido holista ni individualista. No hemos invocado la Sociedad ni la Historia con

mayúscula. Sólo nos hemos referido a individuos que interactúan dentro de sistemas sociales y que, en la mayoría de los casos, les preceden. Tampoco hemos fantaseado sobre las probabilidades y utilidades subjetivas de acontecimiento alguno. No lo hemos hecho porque lo social, aunque lleno de accidentes, es más causal que aleatorio, y porque el observador rara vez puede estimar la utilidad que el sujeto asigna al resultado de una acción. Por ejemplo, nadie puede evaluar las utilidades que reportan a sus protagonistas las acciones sucesivas del conflicto entre Estados Unidos e Irak, ni menos aún sus probabilidades. O sea, no nos hemos valido del enfoque de la acción racional ni del que trata a la persona como un mero tornillo en una máquina inescrutable.

El enfoque que hemos adoptado ha sido el sistémico [véanse M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 4; *Sistemas sociales* y *filosofía; Buscando filosofía en las ciencias sociales; Las ciencias sociales en discusión;* «Systemism»]. Según éste, para entender al individuo hay que observarlo actuar en las redes sociales a las que pertenece; y para entender éstas hay que admitir que son creadas, mantenidas y reformadas por la acción individual, ya personal y espontánea, ya concertada y calculada. El mismo enfoque sistémico muestra que, en el caso humano, lo biológico, lo económico, lo político y lo cultural, aunque distintos, están unidos e interactúan entre sí. Esto es así a tal punto que en todo el Tercer Mundo se da el ciclo infernal:

POBREZA → DESNUTRICIÓN E IGNORANCIA → MARGINALIDAD → DESOCUPACIÓN → POBREZA

Siendo así, ninguna medida puramente económica puede resolver ningún problema económico de envergadura. Esto, que ya lo advirtió John Stuart Mill hace más de un siglo, es desconocido por los economistas que recomiendan planes de «reajuste» económico sin importarles los desastrosos efectos colaterales que suele tener su aplicación. Por ejemplo, los sociólogos de la delincuencia han encontrado que, dentro de un mismo país, la tasa de delincuencia es proporcional a la tasa de desocupación. Por lo tanto, para combatir el crimen es más eficaz y humano aumentar la ocupación que incrementar los efectivos policiales o endurecer el código penal. Análogamente, para disminuir la tasa de natalidad es más eficaz, a la larga, elevar el nivel de vida que preconizar la abstención o la esterilización.

Dado que los subsistemas de la sociedad, aunque diferentes, interactúan fuertemente entre sí, la fragmentación actual de las ciencias sociales es artificial y un obstáculo a su desarrollo. Esto está siendo comprendiendo por un número creciente de estudiosos: los constructores de la bioeconomía, la socioeconomía, la sociología política, la historia económica y otras interciencias. A su vez, la emergencia de éstas y otras interciencias plantea al filósofo el problema de analizar el concepto mismo de interciencia, y de determinar las condiciones necesarias de su fertilidad. Este problema ha sido descuidado por los epistemólogos, quienes han puesto más atención a la reducción, que es mucho menos frecuente que la hibridización.

Pero hay una tarea filosófica aún más urgente, a saber, efectuar el análisis crítico de los distintos enfoques de los estudios sociales, con el fin de detectar los motivos de la lentitud de su avance, en comparación con el progreso arrollador de las ciencias naturales. ¿A qué se debe esta disparidad de desarrollo? ¿A las dificultades intrínsecas del estudio social, o más bien a rancios prejuicios filosóficos, tales como el individualismo y el holismo, el idealismo y el economicismo? Y ¿qué hacer para comprender y mejorar las sociedades contemporáneas e impulsar el progreso de las ciencias sociales: estudiar y comentar a los clásicos, de Smith y Marx a Durkheim y Weber, leer a los críticos literarios «posmodernos» improvisados en sociólogos, o estudiar científicamente la realidad? Los dejo con estas inquietudes.

FUENTES

Este volumen reúne los textos ampliados de ocho conferencias. El primer capítulo fue expuesto en el curso de tres conferencias que pronuncié desde la Cátedra Bernardo A. Houssay, de la Universidad de Buenos Aires, en mayo de 1999, en el salón de actos del periódico *La Nación.* Un resumen del segundo capítulo fue expuesto en el 1 Congreso Iberoamericamo de Filosofía de la Ciencia y de la Tecnología, celebrado en Morelia, México, en septiembre de 2000. Entre este capítulo y el anterior hay un pequeño traslape. El capítulo 3 es el texto de la conferencia inaugural del ciclo «A Hundred Years Later: Quantum Theory Centennial», organizado por el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, y pronunciada en septiembre de 2000. Una versión preliminar de este capítulo apareció en la revista *Saber y tiempo,* vol. 10, 2000. El cuarto capítulo es el texto de la conferencia magistral que pronuncié en el 39o congreso bienal de la Sociedad Alemana de Psicología, Tréveris, en 1992. El último es el texto de una lección que impartí en mayo de 1998 en la Feria del Libro de Buenos Aires.

Agradezco a la doctora Alicia Fernández Cirelli, secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, por haber organizado el primer evento; al doctor León Olivé (Instituto de Investigaciones Filosóficas, **UNAM)** por haberme invitado a participar en el exitoso congreso que tan bien organizó; al doctor Matías Moreno (Instituto de Física, **UNAM)** por haberme incluido en el ciclo conmemorativo del primer centenario de la física cuántica; al profesor Meynrad Perrez (Departamento de Psicología, Université de Fribourg) por haber propuesto mi inclusión en el programa del congreso de psicólogos del mundo germánico, y a la señora Marta Díaz, de la Fundación El Libro, de Buenos Aires, por haberme invitado a pronunciar la conferencia de la Feria del Libro de 1998. Finalmente, agradezco a Carlos F. Bunge (Instituto de Física, **UNAM)** y a Héctor Vucetich (Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de La Plata) sus observaciones al borrador del capítulo sobre veinticinco siglos de física cuántica.

BIBLIOGRAFÍA

AGASSI, JOSEPH, *Technology: Philosophical and Social Aspects.* Dordrecht-Boston: Reidel,
1985

ALLMAN, J. M., *Evolving Brains,* Nueva York: Scientific American Library, 1999.

BALLENTINE, LESLIE E. (comp.), *Foundations of Quantum Mechanics since the Bell Inequalities.' Selected Reprints,* College Park, MD: American Association of Physics Teachers, 1988.

BEAUMONT, J. G., P. M. Kennedy y M. J. C. Rogers (comps.), *The Blackwell Dictionary of Neuropsychology,* Oxford: Blackwell, 1996.

BELL, JOHN S., *Speakable and Unspeahable in Quantum Mechanics,* Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

BOHM, DAVID, *Causality and Chance in Modern Physics,* Londres: Routledge & Kegan Paul, 1957.

BOHR, NIELS, *Atomic Physics and Human Knowledge,* Nueva York: Wiley, 1958.

BORING, E. G., *A History of Experimental Psychology,* Nueva York: Appleton-Century-Crolts, 1950.

BRAITHWAITE, RICHARD BEVAN, *Scientific Explanation,* Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

BRIDGMAN, PERCY W., *The Logic of Modern Physics,* Nueva York: Macmillan, 1927.

BUNGE, MARIO, *Causality. The Place of the Causal Principle in Modern Science,* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1959 [versión en castellano: *La causalidad. El pnncipio de la causalidad en la ciencia moderna,* Buenos Aires: Sudamericana, 1996].

— *Foundations of Physics,* Berlín-Heidelberg-Nueva York: Springer-Verlag, 1967.

— *Philosophy of Pbysics,* Dordrecht-Boston: Reidel, 1973 [versión en castellano: *Filosofía de la física,* Barcelona: Ariel, 1978].

— *Treatise on Basic Philosophy,* vol. 1: *Sense and Reference,* Dordrecht-Boston: Reidel, 1974.

— *Treatise on Basic Pbilosophy,* vol. 2: *Interpretation and Truth.* Dordrecht-Boston: Reidel, 1974.

— «Emergence and the Mind», *Neuroscience*, vol. 2, 1977, pp. 501-509.
— «Levels and Reduction», *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Pbysiology* vol. 2, 1977, pp. 75-82.
— *Treatise on Basic Philosophy*, vol. *3: The Furniture of the World*, Dordrecht-Boston: Reidel, 1977.
— *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 4: *A World of Systems*, Dordrecht-Boston: Reidel (Kluwer), 1979.
— *Materialismo y ciencia*, Barcelona: Ariel, 1980.
— *Controversias en física*, Madrid: Tecnos, 1983.
— *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 5: *Epistemology and Methodology I: Exploring the World*, Dordrecht-Boston: Reidel, 1983.
— *El problema mente-cerebro. Un enfoque psicobiológico*, Madrid: Tecnos, 1985 [reimpresión: Madrid: Altaya, 1999; edición original: *The Mind-Body Problem*, Oxford-Nueva York: Pergamon Press, 1980].
— *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 7: *Philosophy of Science and Technology*, parte 1: *Formal and Physical Sciences*, Dordrecht-Boston: Reidel (Kluwer), 1985.
— *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 7, parte II: *Philosophy of Science and Technology*, Dordrecht-Boston: Reidel, 1985.
BUNGE, MARIO, *Mente y sociedad.* Madrid: Alianza, 1989.
— «Reduktion und Integration, Systeme und Niveaus, Monismus und Dualismus», en E. Pöppel (comp.), *Gehirn und Bewusstsein*, Weinheim: VCH, 1989, pp. 87-104.
— *Treatise on Basic Philosophy*, vol. 8: *Ethics*, Dordrecht-Boston: Reidel, 1989.
— «What Kind of Discipline is Psychology: Autonomous or Dependent, Humanistic or Scientific, Biological or Sociological?» *New Ideas in Psychology*, vol. 8, 1990, pp. 121-137. — «A Philosophical Perspective on the Mind-Body problem», *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 135, 1990, pp. 513-523.
— «The Power and Limits of Reduction», en E. Agazzi (comp.), *The Problem of Reductionism in Science*, Dordrecht-Boston: Kluwer Academic Publishers, 1991, pp. 31-49.
— *Sistemas sociales y filosofía*, Buenos Aires: Sudamericana, 1995.
— *Buscando filosofía en las ciencias sociales.* México: Siglo XXI, 1999.
— *Las ciencias sociales en discusión*, Buenos Aires: Sudamericana, 1999.

— *Scientific Research,* Berlín-Heidelberg-Nueva York: SpringerVerlag, 1967 [versión en castellano: La *investigación científica,* 3ª. ed., México: Siglo XXI, 2000].
— *La relación entre* la *sociología y la filosofía,* Madrid: Edaf, 2000.
— «Systemism: the Alternative to Individualism and Holism», *Journal of Socio-Economics,* vol. 29, 2000, pp. 147-157.
— «Philosophy from the Outside», *Philosophy of the Social Sciences,* vol. 30, 2000, pp. 227-245.
— «Ten Modes of Individualism -None of Which Works- and Their Alternatives», *Philosophy of the Social Sciences,* vol. 30, 2000, pp. 384-406.
— «Physicians Ignore Philosophy at Their Risk -and Ours», *Facta Philosophica,* vol. 2, 2000, Pp. 149-160.
BUNGE, MARIO, y A. J. KÁLNAY, «Solution to Two Paradoxes in the Quantum Theory of Unstable Systems», *Nuovo Cimento,* vol. 77 B, 1983, pp. 1-9.
BUNGE, MARIO, y RUBÉN ARDILA *Filosofía de la psicología,* Barcelona: Ariel, 1988 [versión original: *Philosopby of Psychology,* Nueva York: Springer-Verlag, 1987].
CACIOPPO, J. T., y R. E. PETIY (comps.), *Social psychophysiology: A Sourcebook,* Nueva York-Londres: Guilford Press, 1983.
CIIANGEUX, J. -P., *L'homme neuronal,* París: Fayard, 1983.
CHURCHLAND, PATRICIA SMITH, *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind /Brain,* Cambridge MA: MIT Press, 1986.
CHURCHLAND, PAUL M., *Matter and Consciousness: A Contemporary Introduction to the Philosophy of Mind,* Cambridge, MA: MIT Press, 1984.
CINI, MARCELLO, «Quantum Theory of Measurement Without Quantum Collapse», *Nuovo Cimento,* vol. 73 B, 1983, pp. 27-56.
CLAUSER, JOHN F., y ABNER SHIMONY, «Bell's Theorem: Experimental Tests and Implications», *Reports of Progress in Theoretical Physics,* vol. 41, 1978, pp. 1881-1927.
CREWS, F. (comp.), *Unauthorized Freud: Doubters Confront a Legend,* Nueva York: Penguin Books, 1998.
D'ESPAGNAT, BERNARD, *A la recherche du réel: Regard d'un physicien,* Paris, Gauthier-Villars, 1981.
DE LA PEÑA AUERBACH, LUIS, «New Formulation of Stochastic Theory and Quantum Mechanics», *Journal of Mathematical Physics,* vol. 10, 1969, pp. 162-1630.

DEININGER, K., y L. SQUIRE, «A New Data Set Measuring Income Inequality», *World Bank Economic Review,* vol. 10,1996, pp. 565-591.
DIXON, W. J., y T. BOSWELL, «Dependency, Disarticulation, and Denominator Effects: Another Look at Foreign Capital Penetration», *American Journal of Sociology,* vol. 102, 1996, pp. 543-562.
DONALD, M., *Origins of the Modern Mind,* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991.
FLEW, ANTHONY (comp.), *Readings in the Philosophical Problems of Parapsychology,* Buffalo, Nueva York: Prometheus Books, 1987.
FOGEL, R. W., «Economic Growth, Population Theory, and Physiology: The Bearing of Long-Term Processes on the making of Economic Policy», *American Economic Review,* vol. 84, 1993, pp. 369-395.
GALBRAITH, JAMES K., y MAUREEN BERNER (comps.), *Inequality and Industrial Change: A Global View,* Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
GAZZANIGA, M. (comp.), *The New Cognitive Neurosciences,* Harvard: MIT Press, 2000.
GAZZANIGA, M., R. B. IVRY y G. R. MANGUN, *Cognitive Neuroscience,* Nueva York: W. W. Norton, 1998.
GEORGE, ANDRÉ (comp.), *Louis de Broglie: Physicien et penseur,* París: Albin Michel, 1953.
HEBB. D. O., *Essay on Mind,* Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum, 1980.
HEISENBERG, WERNER, *Physics and Philosophy,* Nueva York: Harper & Brothers, 1958.
JACQUARD, ALBERT, «Heritability: One Word, Three Concepts», *Biometrica,* vol. 39,1983, pp. 465-477.
JAMMER, MAX, *The Conceptual Development of Quantum Mechanics,* Nueva York: McGraw-Hill, 1966.
KEMPTHORNE, OSKAR, «Logical, Epistemological and Statistical Aspects of Nature-Nurture Data Interpretation», *Biometrica,* vol. 34, 1978, pp. 1-23.
KENTOR, J., «The Long-Term Effects of Foreign Investment Dependence on Economic Growth, 1940-1990», *American Journal of Sociology,* vol. 103, 1998, pp. 1024-1046.
KOSSLYN, 5. M., y O. KOENIG. *Wet Mind: The New Cognitive Neuroscience,* Nueva York: Free Press, 1995.
LOFTUS, E., y K. KETCHAM, *The Myth of Repressed Memory: False Memories and Allegations of Sexual Abuse,* Nueva York: St. Martin's Press, 1994.

MAHNER, MARTIN, y MARIO BUNGE, *Foundations of Biophilosophy*, Berlín-Heidelberg-Nueva York: Springer-Verlag, 1997 [versión en castellano: *Fundamentos de la biofilosofía*, México: Siglo XXI, 2000].
MERTON, ROBERT K., *Social Theory and Social Structure*, Glencoe, IL: Free Press, 1957.
— *The Sociology of Science*, Chicago: University of Chicago Press, 1977 [versión en castellano: *La sociología de la ciencia*, 2 vols., Madrid: Alianza, 1977].
MOUNTCASTLE, V., *Perceptual Neuroscience: The Cerebral Cortex*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998.
NEUMANN, JOHN VON, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press, 1955 (la. edición, 1932).
PAULI, WOLFGANG, *Aufsätze und Vorträge uber Physik und Erkenntnistheorie*, Braunschweig: Vieweg & Sohn, 1961.
Praxiology. The International Annual of Practical Philosophy
QUINTANILLA FISAC, MIGUEL A., y DIEGO LAWLER, «El concepto de eficiencia técnica», en G. Denegri y G. E. Martínez (comps.), *Tópicos actuales en filosofía de la técnica: Homenaje a Mario Bunge en su 80º aniversario*, Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2000, pp. 203-222.
RUGG, M. D. (comp.), *Cognitive Neuroscience*, Brighton and Hove, East Sussex: Psychology Press, 1997.
RUTTER, M. y M, *Developing Minds: Challenge and Continuity Across the Life Span*, Nueva York: Basic Books, 1993.
SÁBATO, JORGE A., *Ensayos en campera*, Buenos Aires: Juárez, 1979.
SCHILPP, PAUL A. (comp.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Evanston, IL: The Library of Living Philosophers, 1949.
SIMON, HERBERT A., *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
SMITH, ADAM, *The Wealth of Nations*, Chicago: University of Chicago Press, 1976 (1a. edición, 1776).
SQUIRE, L. R., y S. M. KOSSLYN (comps.), *Findings and Current Opinion on Cognitive Neuroscience*, Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
TARSKI, ALFRED, «Contributions to the Theory of Models», *Indagationes Mathematicae*, vol. 16,1954, pp. 572-588, y vol. 17, 1955, pp. 56-54

TILLY, C., *Durable Inequality*, Berkeley: University of California Press, 1998.
TORREY, E. F., *Freudian Fraud: The Malignant Effect of Freud's Theory on American Thought and Culture*, Nueva York: Harper Collins, 1992.
WHEELER, JOHN ARCHIBALD, y WOJCIECH HUBERT ZUREK (comps.), *Quantum Theory and Measurement*, Princeton: Princeton University Press, 1983.
WILSON, R. A., y F. C. KEIL (comps.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
WOLF, ARTHUR P., *Sexual Attraction and Childhood Association*, Stanford: Stanford University Press, 1995.

Causality (Harvard University Press, 1959; Dover, 1979). Traducido al alemán, al castellano (Sudamericana, 1977), al húngaro, al italiano, al japonés, al polaco y al ruso.
Scientific Research, 2 vols. (Springer, 1967). Edición revisada: *Philosophy of Science,* 2 vols. (Transaction, 1998).Versión en castellano: *La investigación científica,* 3ª. ed. (Siglo XXI, 1999).
Foundations of Physics, Berlín / Heidelberg / Nueva York: Springer-Verlag, 1967.
Philosophy of Physics (Reidel, 1973). Traducido al castellano, al francés, al italiano, al portugués y al ruso. Versión en castellano: *Filosofía de la física* (Ariel, 1978).
Treatise on Basic Philosophy, Dordrecht-Boston: Reidel, 8 tomos:

1. *Sense and Reference* (1974). Traducido al portugués.
2. *Interpretation and Truth* (1974). Traducido al portugués.
3. *The Furniture of the World* (1977).
4.A World of Systems (1979).
5. Epistemology and Methodology, 1: Exploring the World (1983).
6. Understinding the World (1983).
7. Philosophy of Science & Technology (2 vols., 1985).
8. Ethics (1989).

Materialismo y ciencia (Ariel, 1980).
The Mind-Body Problem (Pergamon, 1980). Traducido al alemán y al castellano (Tecnos, 1985).
Philosophy of Psychology, con Rubén Ardila (Springer, 1987). Versión en castellano: *Filosofía de la psicología* (Ariel, 1988).
Finding Philosophy in Social Science (Yale University Press, 1996). Versión en castellano: *Buscando filosofía en las ciencias sociales,* (Siglo XXI, 1999).
Foundations of Biophilosophy, con Martin Mahner (Springer, 1997). Versión en castellano: *Fundamentos de la biofilosofía* (Siglo XXI, 2000).
Social Science under Debate (University of Toronto Press, 1998). Versión en castellano: *Las ciencias sociales en discusión* (Sudamericana, 1999).

Dictionary of Philosophy (Prometheus Books, 1999). Versión en castellano: *Diccionario de filosofía* (Siglo XXI, 2000).
The Sociology-Philosophy Connection (Transaction, 1999). Versión en castellano: *La conexión entre sociología y filosofía* (Edaf, 2000).